INSTITUTO FEDERAL
ESPÍRITO SANTO
Campus São Mateus

Ministério
da Educação

DESENHO TÉCNICO MECÂNICO

Engenharia Mecânica

CSO-Ifes-55-2009

INSTITUTO FEDERAL
ESPÍRITO SANTO
Campus São Mateus

Ministério
da Educação

DESENHO TÉCNICO MECÂNICO

JOÃO PAULO BARBOSA

São Mateus, Maio de 2013.

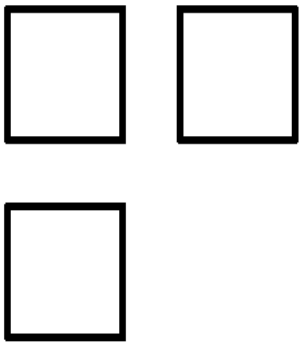
CSO-Ifes-55-2009

Sumário

1. Introdução 2
2. Letras e Algarismos 9
3. Tipos de Linhas 11
4. Projeções Ortogonais 14
5. 1º Diedro 32
6. 3º Diedro 35
7. Perspectiva 43
8. Corte 49
9. Vistas Auxiliares 68
10. Detalhes 71
11. Escalas 75
12. Linhas de cota 78
13. Acabamento 95
14. Tolerância 99
15. Simbologia de Soldagem 102
16. Exemplos De Desenhos Técnicos 117
Sugestões de Bibliográficas: 164

1. Introdução

O desenho técnico é uma forma de expressão gráfica que visa a representação de forma, dimensão e posição de objetos de acordo com as diferentes necessidades requeridas pelas diversas modalidades de engenharia e também da arquitetura.



A Figura exemplifica a representação de forma espacial por meio de figuras planas.

Para os leigos a figura é a representação de três quadrados.

Na linguagem gráfica do desenho técnico a figura corresponde à representação de um determinado cubo.

Conhecendo-se a metodologia utilizada para elaboração do desenho bidimensional é possível entender e conceber mentalmente a forma espacial representada na figura plana.
Na prática pode-se dizer que, para interpretar um desenho técnico, é necessário entender uma forma espacial a partir de uma figura plana (visão espacial).

O que é visão espacial?

Visão espacial é um dom que dá a capacidade de percepção mental das formas espaciais.
Por exemplo, fechando os olhos pode-se ter o sentimento da forma espacial de um copo,da sua casa etc..
Apesar da visão espacial ser um dom que todos têm, algumas pessoas têm mais facilidade. A habilidade de percepção das formas espaciais a partir das figuras planas pode ser desenvolvida a partir de exercícios progressivos e sistematizados.

A origem do desenho técnico

Está incluído no álbum de desenhos na Livraria do Vaticano desenhado por Giuliano de Sangalo no ano de 1490.
No século XIX, com a explosão mundial do desenvolvimento industrial, foi necessário normalizar a forma de utilização da Geometria Descritiva para transformá-la numa linguagem gráfica que simplificasse a comunicação e viabilizasse o intercâmbio de informações tecnológicas.

Tipos de Desenho Técnico

O desenho técnico é dividido em dois grupos:
Desenho projetivo – são os desenhos resultantes de projeções do objeto em um ou mais planos de projeção e correspondem às vistas ortográficas e às perspectivas.
Desenho não-projetivo – na maioria dos casos corresponde a desenhos resultantes dos cálculos algébricos e compreendem os desenhos de gráficos, diagramas etc..

Desenho Projetivo

Os desenhos projetivos compreendem a maior parte dos desenhos feitos nas indústrias e alguns exemplos de utilização são:

- Projeto e fabricação de máquinas;
- Projeto e construção de edificações;
- Projeto e construção de rodovias e ferrovias;
- Projeto e montagem de unidades de processos;
- Representação de relevos topográficos e cartas náuticas;
- Desenvolvimento de produtos industriais;
- Projeto e construção de móveis e utilitários domésticos;
- Promoção de vendas com apresentação de ilustrações sobre o produto.

Áreas de atuação

- Desenho Mecânico
- Desenho de Máquinas
- Desenho de Estruturas
- Desenho Arquitetônico
- Desenho Elétrico/Eletrônico
- Desenho de Tubulações

Elaboração e apresentação

Atualmente, na maioria dos casos, os desenhos são elaborados por computadores;
Os primeiros desenhos que darão início à viabilização das idéias são desenhos elaborados à mão livre (esboços);
A partir dos esboços, são elaborados os desenhos preliminares, estágio intermediário dos estudos que são chamados de anteprojeto.
A partir dos anteprojetos devidamente modificados e corrigidos são elaborados os desenhos definitivos
Os desenhos definitivos são completos e contêm todas as informações necessárias à execução do projeto.

Padronização

Para transformar o desenho técnico em uma linguagem gráfica foi necessário padronizar seus procedimentos de representação gráfica.
A padronização é feita por normas técnicas seguidas e respeitadas internacionalmente.
No Brasil as normas são aprovadas e editadas pela ABNT, fundada em 1940.

Normas da ABNT

Os procedimentos para execução de desenhos técnicos aparecem em normas gerais que abordam desde a denominação e classificação dos desenhos até as formas de representação gráfica:

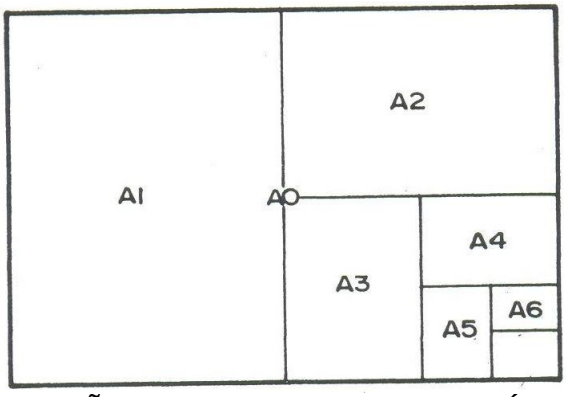
- NBR 5984 – Norma geral de desenho técnico
- NBR 6402 – Execução de desenhos técnicos de máquinas e estruturas metálicas

Existem também as normas que tratam os assuntos separadamente.

- NBR 10647 – Desenho Técnico – O objetivo é definir os termos empregados em desenho técnico.
- NBR 10068 – Folha de desenho lay-out e dimensões
- NBR 10582 – Apresentação da folha para desenho técnico, que normaliza a distribuição do espaço da folha;
- NBR 13142 – Desenho técnico – dobramento de cópias;
- NBR 8402 – Execução de caracteres para escrita;
- NBR 8403 – Aplicação de linhas em desenhos
- NBR10067 – Princípios gerais de representação em desenho técnico
- NBR 8196 – Desenho técnico – emprego de escalas
- NBR 12298 – Representação de área de corte por meio de hachuras em desenho técnico
- NBR10126 – Cotagem em desenho técnico
- NBR8404 – Indicação do estado de superfície
- NBR 6158 – Sistema de tolerâncias e ajustes
- NBR 8993 – Representação convencional de partes roscadas em desenho técnico

Formatos de Papel

Os papéis a serem utilizados em desenho técnico deverão corresponder a um dos formatos da série A normalizados pela A.B.N.T. (Associação Brasileira de Normas Técnicas). Todos os formatos desta série derivam-se do formato A0, que possuindo as dimensões de 841 x 1189mm, possui uma área igual a 1m². Assim sendo, ao dividir-se ao meio o maior lado de um formato, encontrar-se-á o formato imediato abaixo

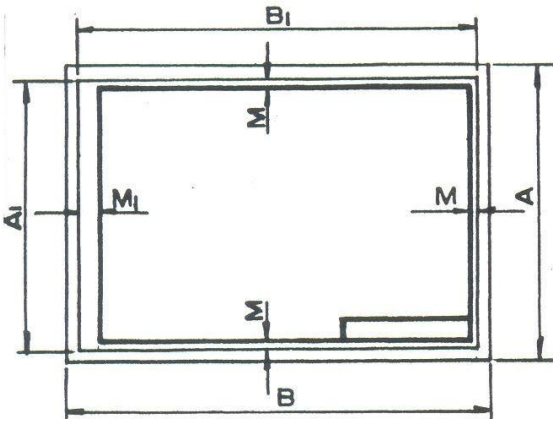


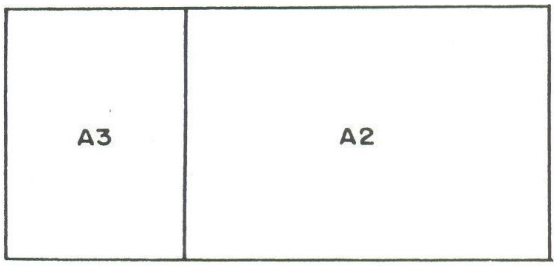
DIMENSÕES DOS FORMATOS DA SÉRIE A

FORMATO	FOLHA NÃO RECORTADA (AxB)	FORMATO FINAL (A_1xB$_1$)	MARGEM (M)
A0	880 x 1230	841 x 1189	10
A1	625 x 880	594 x 841	10
A2	450 x 625	420 x 594	7
A3	330 x 450	297 x 420	7
A4	240 x 330	210 x 297	5
A5	165 x 240	148 x 210	5
A6	120 x 165	105 x 148	5

OBSERVAÇÕES:

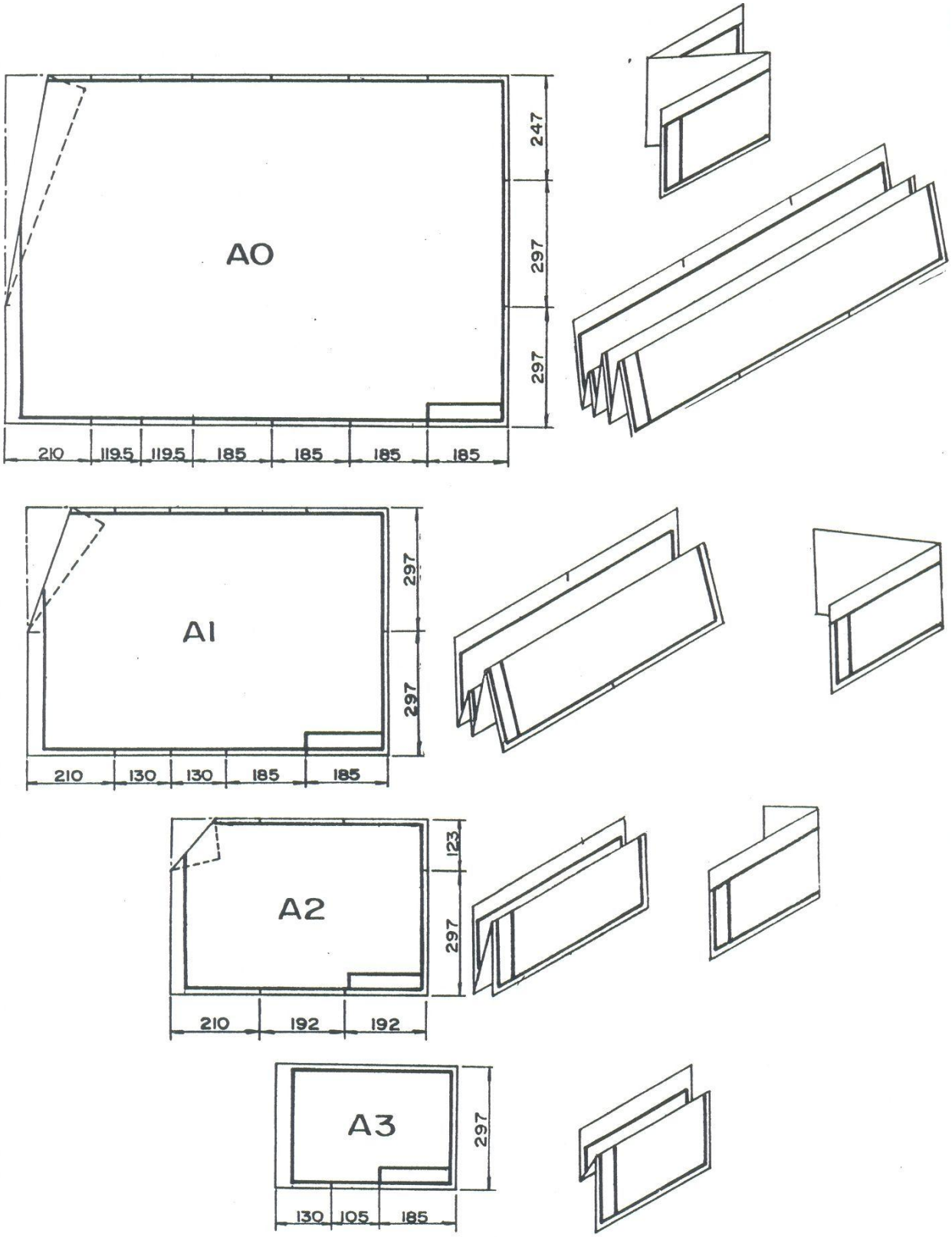
1) Dimensões em mm
2) A margem esquerda M1 será considerada de 25mm tal como para arquivamento.
3) Outros formatos poderão ser encontrados, pela combinação de formatos sucessivos ou iguais.





Quando, tendo-se efetuado o desenho em formato maior do que o formato A4, houver necessidade de dobrá-lo, o resultado final da dobragem deverá corresponder às dimensões do formato A4, aparecendo a legenda obrigatoriamente na face frontal.

Abaixo seguem as dobragens recomendadas para os formatos A0, A1, A2 e A3.

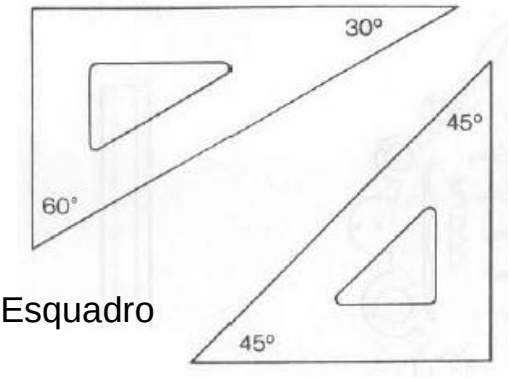

A0
247
297
297
210
119.5
119.5
185
185
185
185
A1
297
297
210
130
130
185
185
A2
123
297
210
192
192
A3
297
130
105
185

Material de Desenho

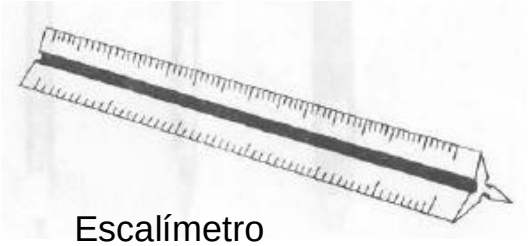
Quando iremos desenhar algo teremos que utilizar alguns tipos de materiais, sejam eles ferramentas computacionais ou materiais para desenhos feitos a mão.
No caso de ferramentas computacionais existem diversos tipo utilizados, alguns exemplos são:

- AutoCad;
- SolidEdge;
- Intelicad;
- Solidworks;

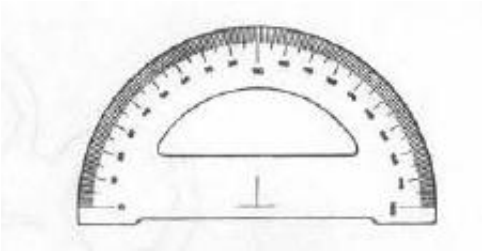
Já para desenhos a mão é indispensável os seguintes materiais;



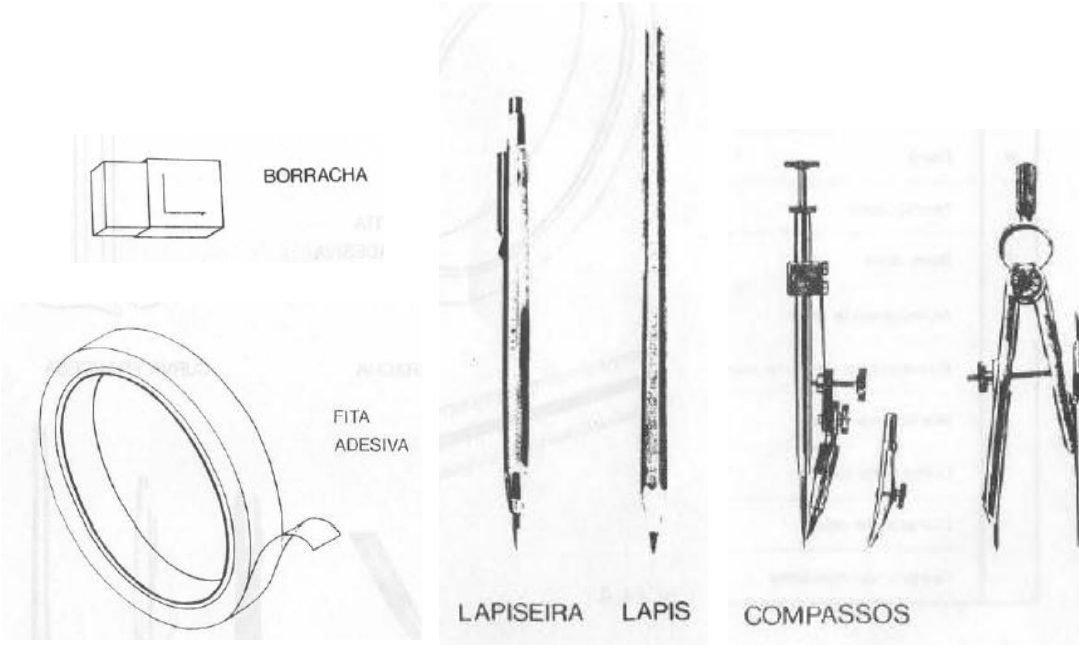
Esquadro



Escalímetro



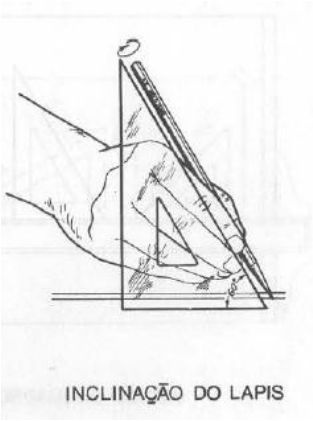
Transferido

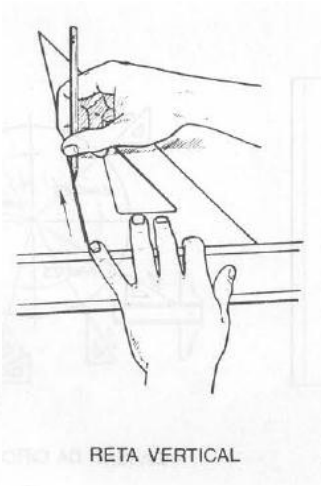


Qualidade do Grafite	Tipo de Grafite
Macio e bem preto	2B
Macio e preto	B
Semimacio e preto	HB
Semimacio	F
Duro	H

Conselhos e Recomendações

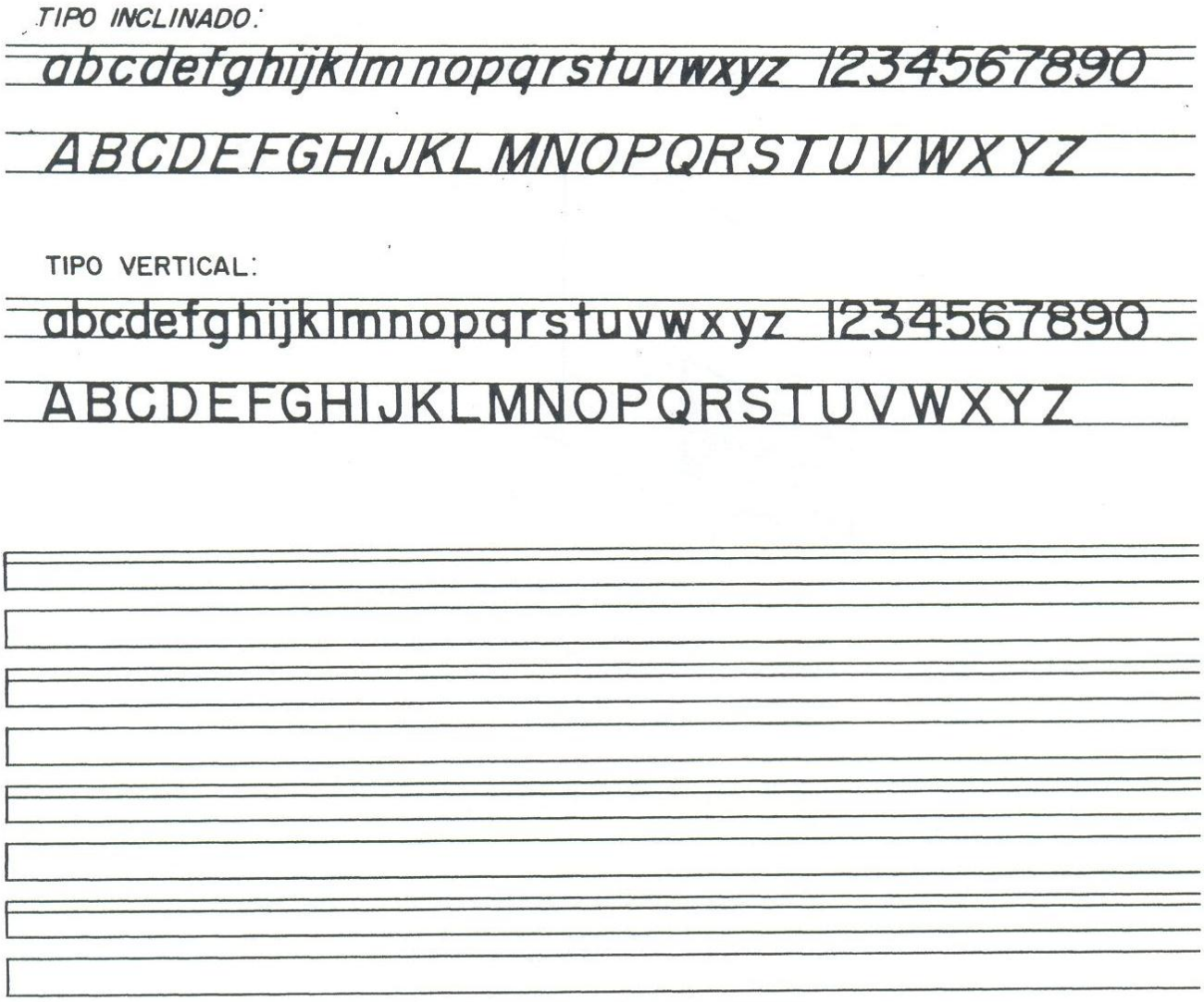
1. Trabalhar com prancheta e material de desenho limpos.
2. Fixar a folha de desenho sobre a mesa com fita adesiva.
3. Verificar os instrumentos antes de iniciar o trabalho.
4. Usar a escala apenas para medir.
5. Apontar o lápis ou lapiseira fora da mesa de desenho.
6. Usar a borracha o mínimo indispensável e eliminando as partículas com escova ou flanela.
7. Não apoiar sobre o desenho objetos que possam sujá-lo.
8.





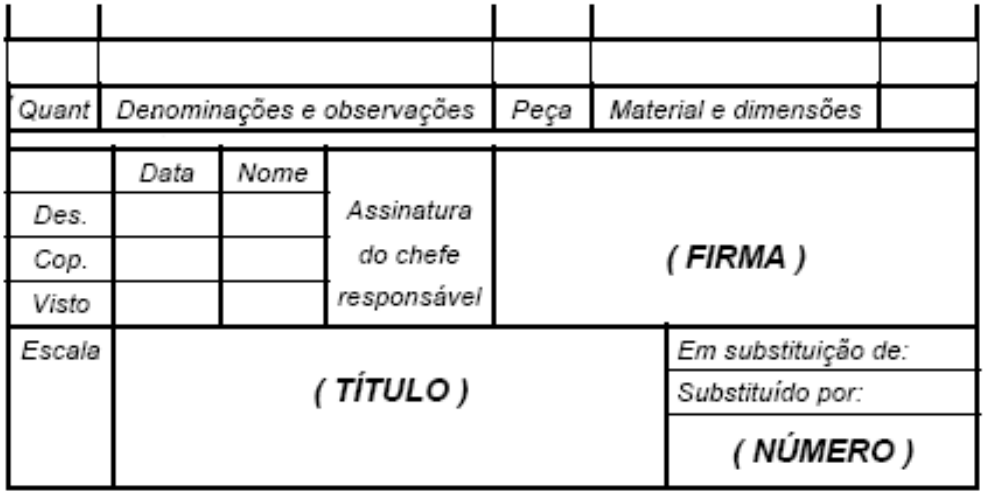
2. Letras e Algarismos

As letras e os algarismos usados em legendas ou anotações podem ser verticais ou inclinados (75º à direita). Devem ser bem legíveis e de fácil execução, seguindo um único estilo adotado.
As palavras, os símbolos e os números, salvo casos especiais, devem ser colocados na frente para quem observe o desenho pelo lado direito.
Para se garantir uma uniformidade nas alturas das letras, deve-se traçar antes de iniciar o letreiro, duas linhas auxiliares (finas e fracas). Limitando a parte superior e inferior das letras.
Para se garantir uma boa verticalidade ou inclinação das letras,deve-se traçar a intervalos, linhas auxiliares verticais ou inclinadas.
As letras ou algarismos devem corresponder aos do modelo abaixo, utilizados em tamanhos adequados ao desenho.



Legendas

Toda folha desenhada deve levar no canto inferior direito, um quadro destinado à legenda conforme modelos.



As legendas contém informações relativas ao desenho tais como:

- Identificação e designação do objeto desenhado;
- Identificação do responsável pelo desenho;
- Identificação do proprietário;
- Informações relativas a características do desenho (escala, estado de acabamento superficial, etc.);
- Anotação de alteração

Lista de peças:

Deve acompanhar desenhos de conjunto;
Normalmente é colocada sobre a legenda com o cabeçalho na parte inferior sendo preenchida de cima para baixo.
Deve conter informações relativa a:

- Designação;
- Referência;
- Número de exemplares da peça;
- Material;
- Informações auxiliares: peso, normas que se referem à peça, tratamento térmicos, nome do ficheiro,etc.

Exemplo de uma legenda de um desenho:

	ø80 x ø250 x 155	19,2	SAE 1045		1
POS.	DESCRICAO DO MATERIAL	PESO	MATERIAL	REFERENCIA	QUANT.

RECUPERADORA DE CACAMBAS RC02
RODA DE CACAMBA
ACIONAMENTO DA RODA
CUBO ø250 / ø80 x 155

APROV.:	VERIF.: Lbc	DES.: VMP	ESC.: 1:2.5
DATA: 13/06/96	EP./OS.:	COTAS: mm	REV.: 0
N° DESENHO DA C.V.R.D.			FOLHA: 1/1
N° DESENHO DA PROJETISTA	JPE–12520–0002–M12–3136		

COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
SUPOT/GITUT/DEMUT–GER. TÉC. DE ENGENHARIA

3. Tipos de Linhas

As linhas empregadas no desenho técnico dividem-se em: grosa, media e fina, sendo uma a metade da espessura da outra.

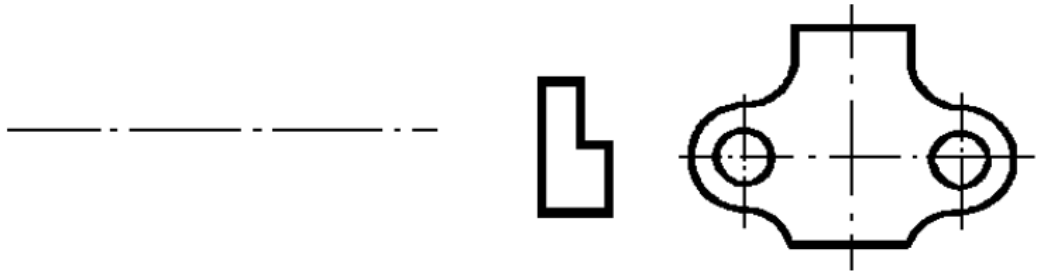
Tipo			Emprego
Grossa	1		Aresta e contornos visíveis, circunferências de cabeça das engrenagens, cabeça de filetes de roscas...
Média	2		Linhas de Corte
	3		Arestas e contornos invisíveis...
	4		Linhas de ruptura...
Fina	5		Linhas de chamada, cotas, hachuras...
	6		Hachuras
	7		Eixos de simetria, Linhas de centro e demais linhas básicas.

Exemplos de Linhas:

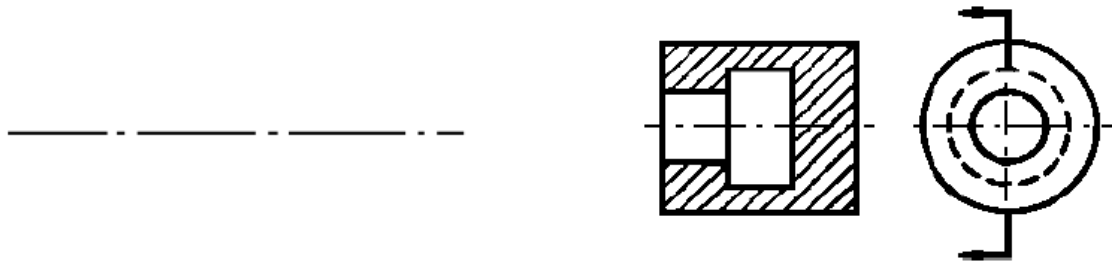
Linhas para arestas e contornos visíveis são de espessura grossa e de traço continuo.

Linhas para arestas de contornos não visíveis são de espessura media e tracejada.

Linhas de centro e eixo de simetria são de espessura fina e formadas por traços e pontos.

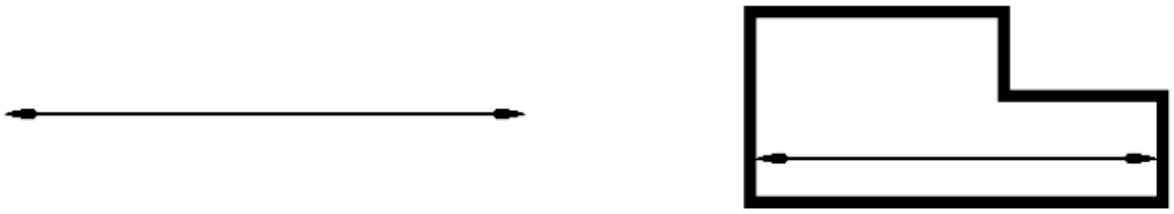


Linhas de corte
São de espessura fina, formadas por traços e pontos. Servem para indicar cortes e seções.



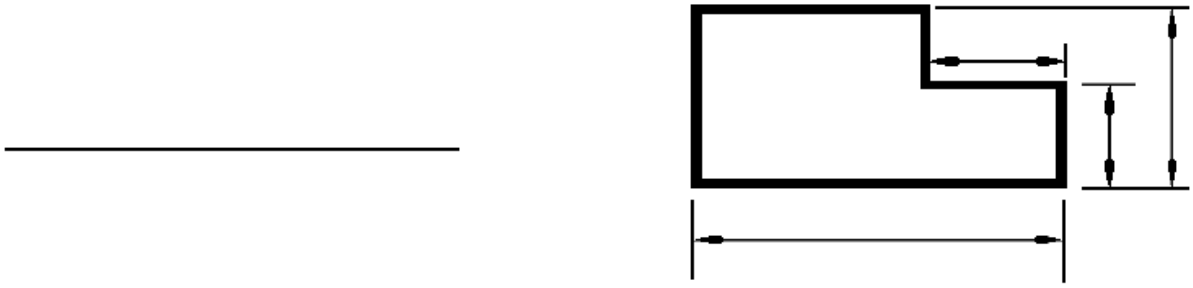
Linhas para hachuras
São de espessura fina, traço contínuo ou tracejas, geralmente inclinadas a 45º e mostram as partes cortadas da peça (veja a figura da linha de corte). Servem também para indicar o material de que é feita, de acordo com as convenções recomendadas pela ABNT.

Linhas de cota
São de espessura fina, traço continuo, limitadas por setas nas extremidades.



Linhas de chamada ou extensão

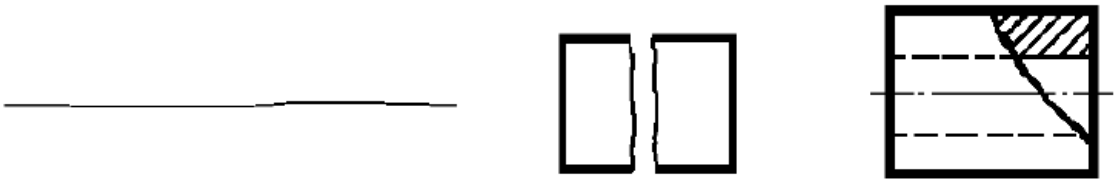
São de espessura fina e traço continuo. Não devem tocar o contorno do desenho e prolongam-se além da ultima linha de cota que limitam.



Linhas de rupturas

Para rupturas curtas

São de espessura média, traço continuo e sinuoso e servem para indicar pequenas rupturas e cortes parciais.

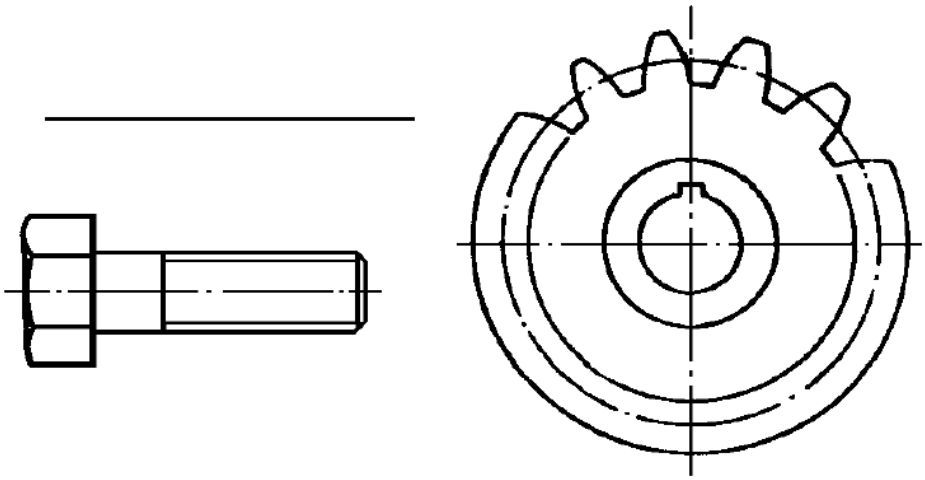


Para rupturas longas

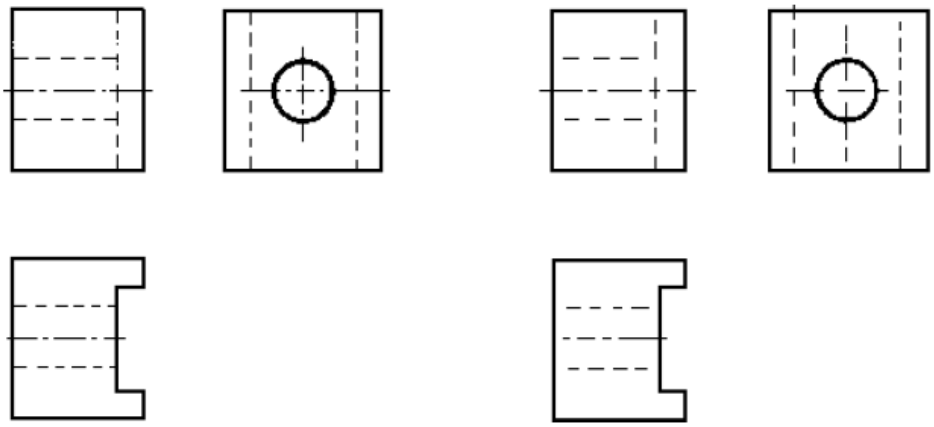
São espessura fina, traço continuo e com zigue-zague, conforme figura abaixo.

Linha para representações simplificadas

São de espessura media, traço continuo e servem para indicar o fundo de filetes de roscos e de dentes de engrenagens.



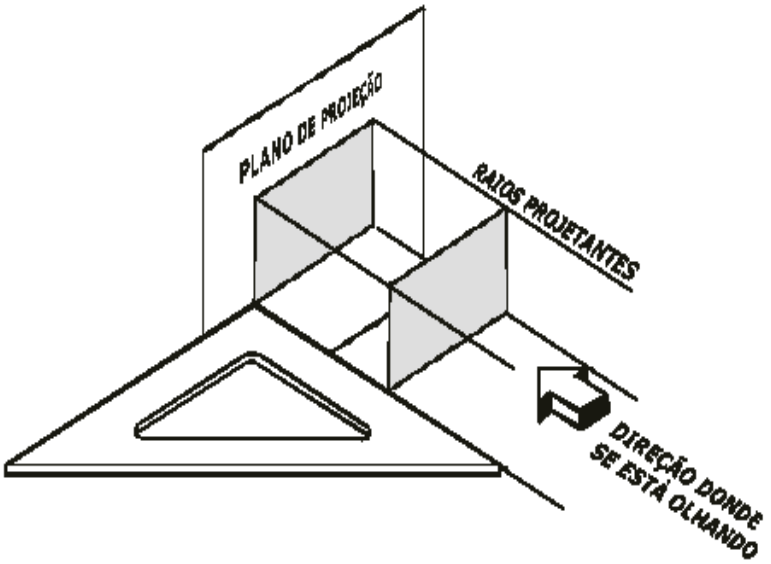
Exemplo:



CORRETO INCORRETO

4. Projeções Ortogonais

Nos desenhos projetivos, a representação de qualquer objeto ou figura será feita por sua projeção sobre um plano.
Os raios projetantes tangenciam o retângulo e atingem o plano de projeção formando a projeção resultante.



Como os raios projetantes, em relação ao plano de projeção, são paralelos e perpendiculares, a projeção resultante representa a forma e a verdadeira grandeza do retângulo projetado.
É denominado Projeção Ortogonal (do grego ortho = reto + gonal = ângulo), pois os raios projetantes são perpendiculares ao plano de projeção.

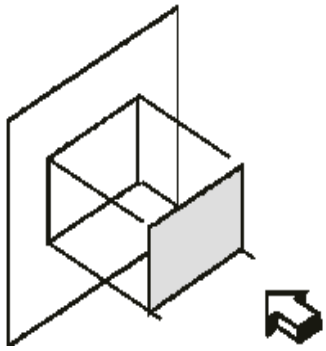


Figura A

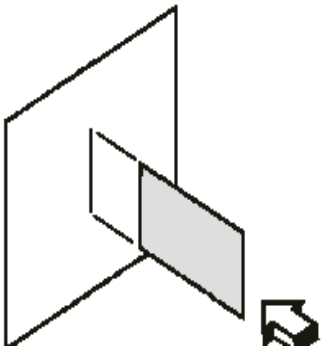


Figura B

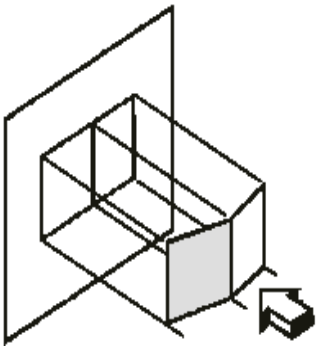


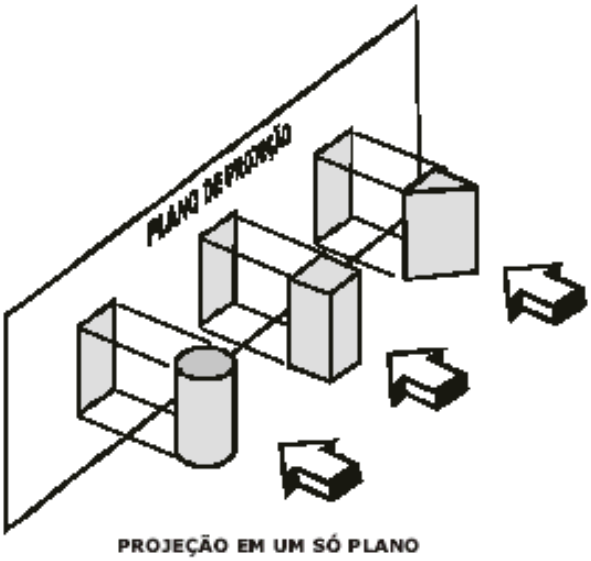
Figura C

Toda superfície paralela a um plano de projeção se projeta neste plano exatamente na sua forma e em sua verdadeira grandeza (Figura A)
A Figura B mostra que quando a superfície é perpendicular ao plano de projeção, a projeção resultante é uma linha.
As arestas resultantes das interseções de superfícies são representadas por linhas, conforme mostra a Figura C

Como utilizar as Projeções Ortogonais

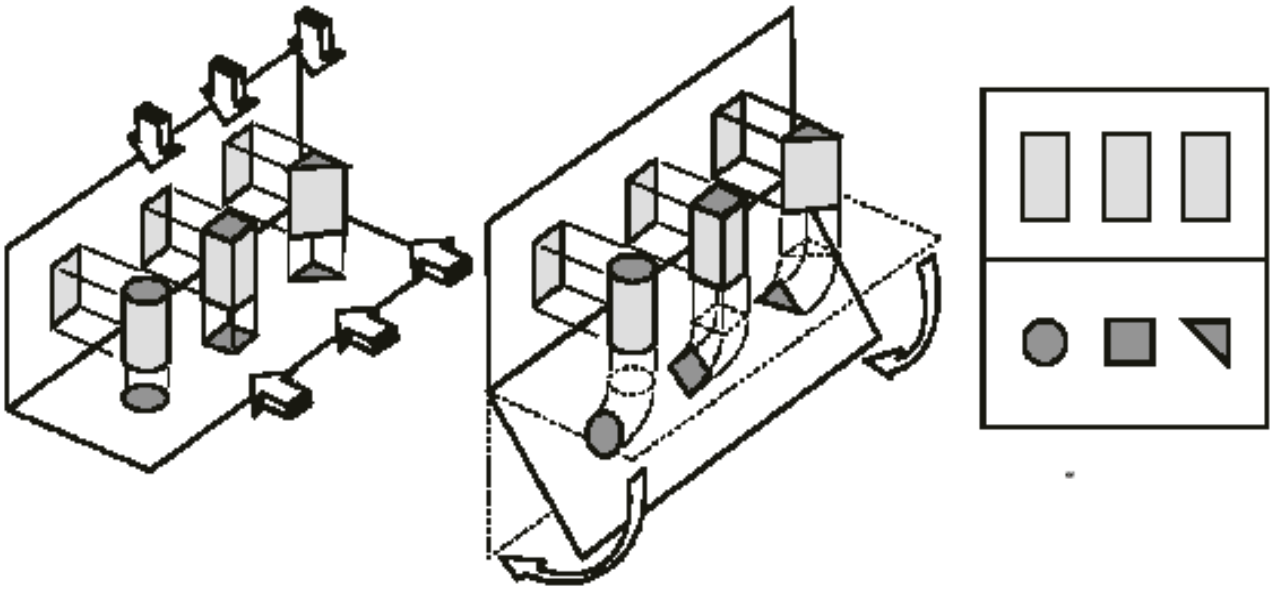
Como os sólidos são constituídos de várias superfícies, as projeções ortogonais são utilizadas para representar as formas tridimensionais através de figuras planas.

A Figura mostra a aplicação das projeções ortogonais na representação das superfícies que compõem um cilindro, um paralelepípedo e um prisma de base triangular.
Pode-se observar que as projeções resultantes são constituídas de figuras iguais.

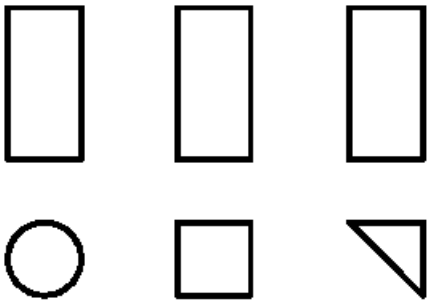


PROJEÇÃO EM UM SÓ PLANO

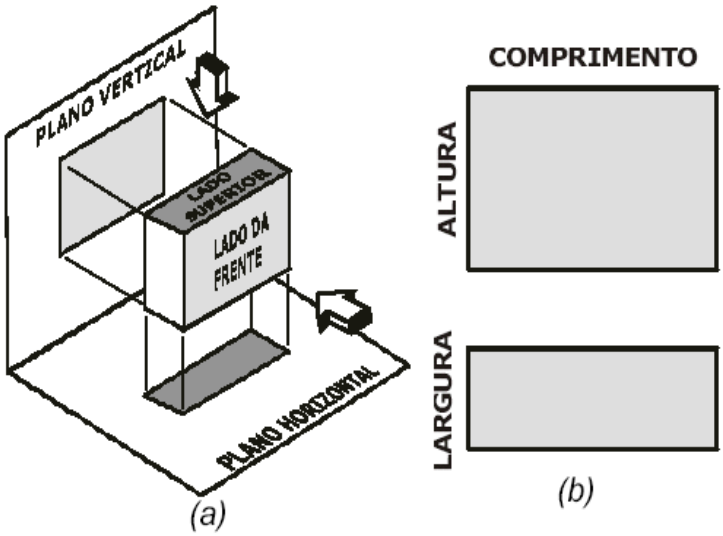
Isto acontece porque a terceira dimensão de cada sólido não está representada pela projeção ortogonal.
Para fazer aparecer a terceira dimensão é necessário fazer uma segunda projeção ortogonal olhando os sólidos por outro lado.



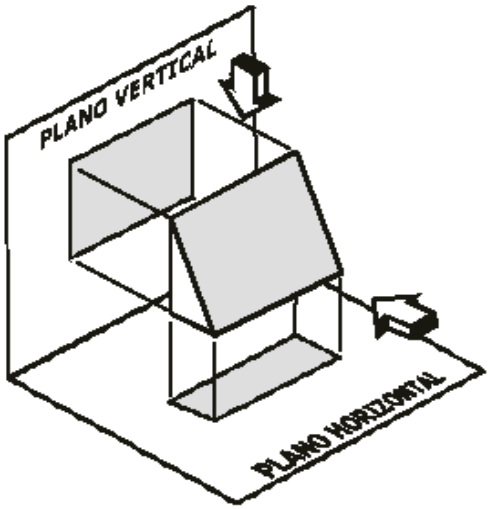
Olhando para os pares de projeções ortogonais, e sabendo que eles correspondem às representações dos três sólidos vistos por posições diferentes, pode-se obter a partir das figuras planas o entendimento da forma espacial de cada um dos sólidos representados.



Os desenhos resultantes das projeções nos planos vertical e horizontal resultam na representação do objeto visto por lados diferentes e as projeções resultantes, desenhadas em um único plano, conforme ao lado, representam as três dimensões do objeto.

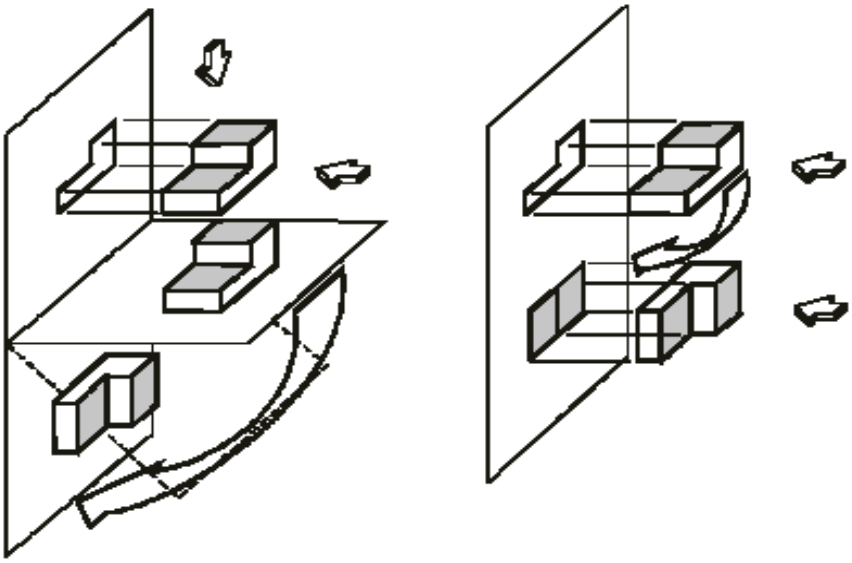


O desenho mostrado também correspondem às projeções do prisma triangular como é mostrado abaixo.
Pode-se concluir que duas vistas, apesar de representarem as três dimensões, podem não ser suficientes para representar a forma do objeto desenhado.

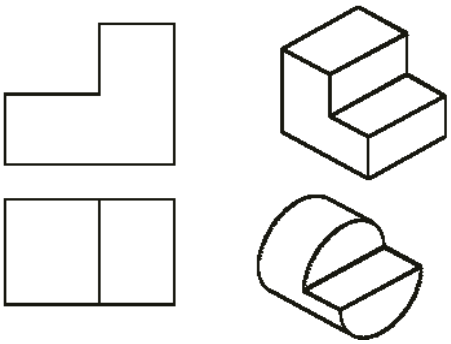


Assim sendo, pode-se concluir que duas vistas, apesar de representarem as três dimensões, podem não ser suficientes para representar a forma do objeto desenhado.

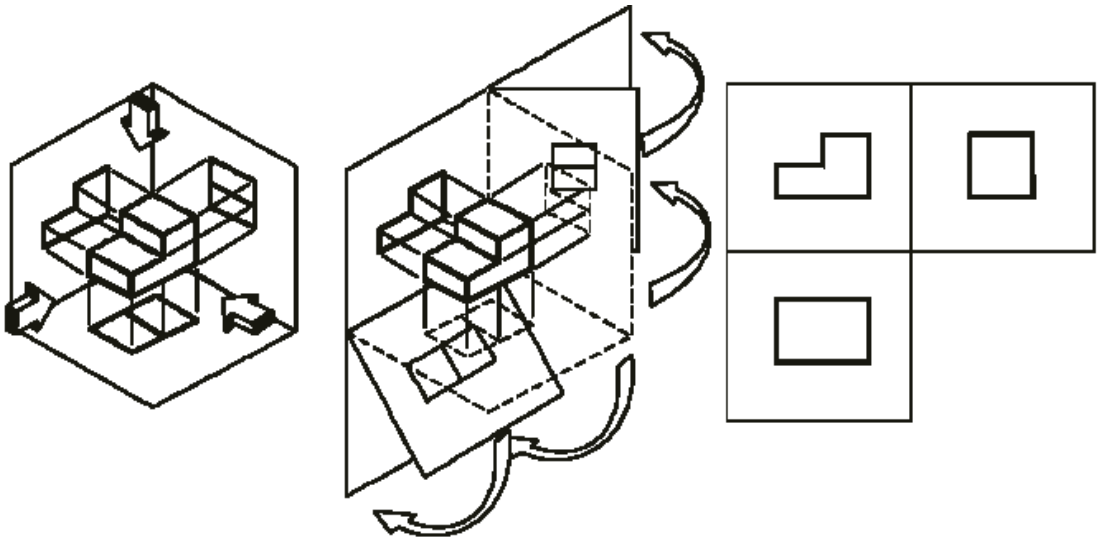
Uma forma mais simples de raciocínio para utilização das projeções ortogonais em planos perpendiculares entre si é obter as vistas fazendo-se o rebatimento direto da peça que está sendo desenhada.

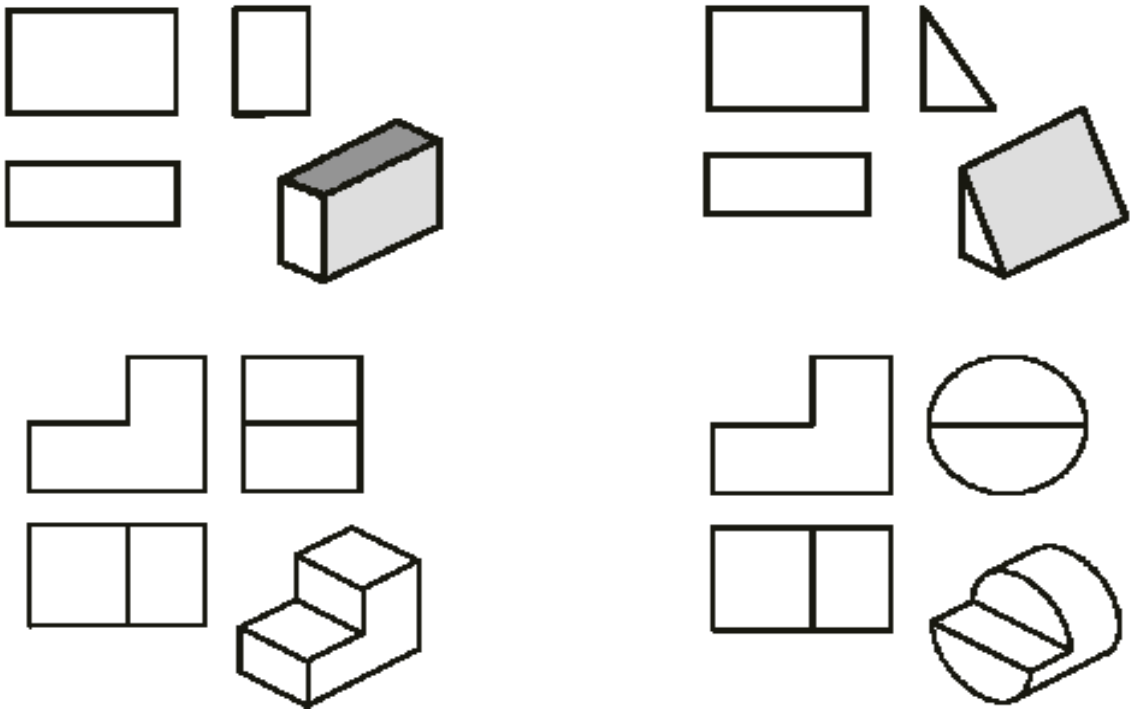


As duas vistas obtidas também podem corresponder a formas espaciais completamente diferentes.
Mais uma vez se conclui que duas vistas, apesar de representarem as três dimensões do objeto, não garantem a representação da forma da peça, como o exemplo a seguir.



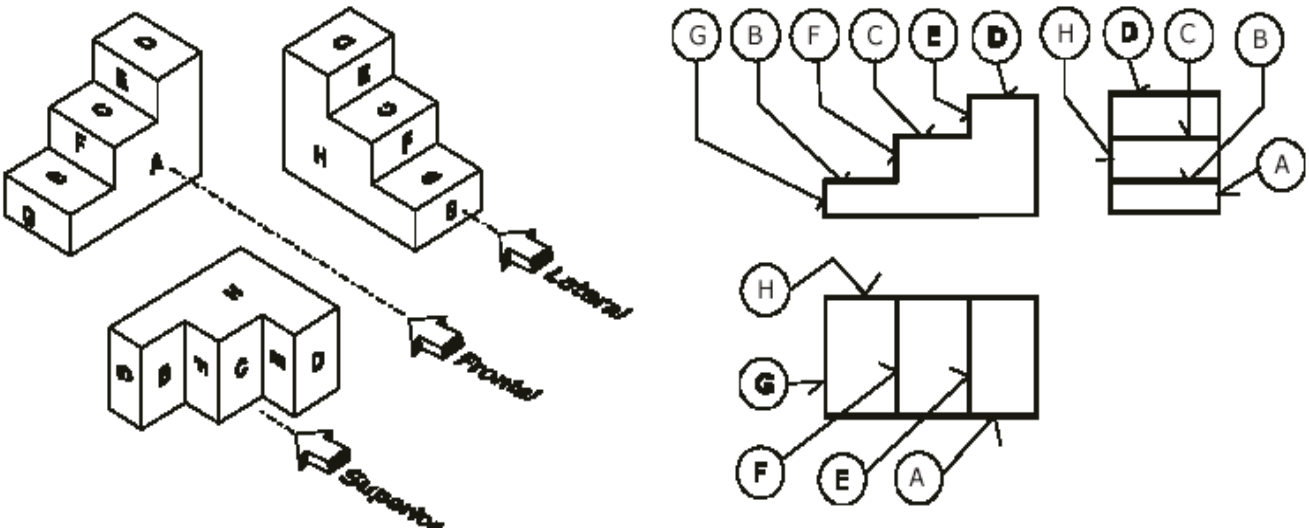
A representação das formas espaciais é resolvida com a utilização de uma terceira projeção.





É importante considerar que cada vista representa a peça sendo observada de uma determinada posição.
Nas projeções ortogonais, apesar de estarmos vendo desenhos planos, em cada vista há uma profundidade, não visível, que determina a forma tridimensional da peça representada.

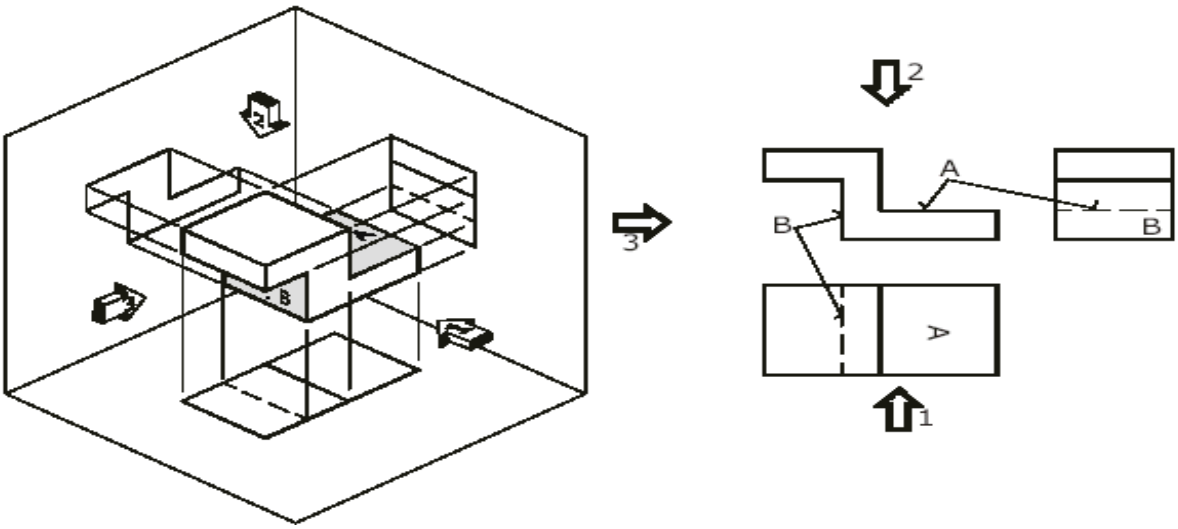
Cada superfície que compõe a forma espacial da peça estará representada em cada uma das três projeções ortogonais, onde os planos que compõem a forma espacial da peça foram identificados com letras e nas projeções pode-se analisar os rebatimentos de cada um destes planos.



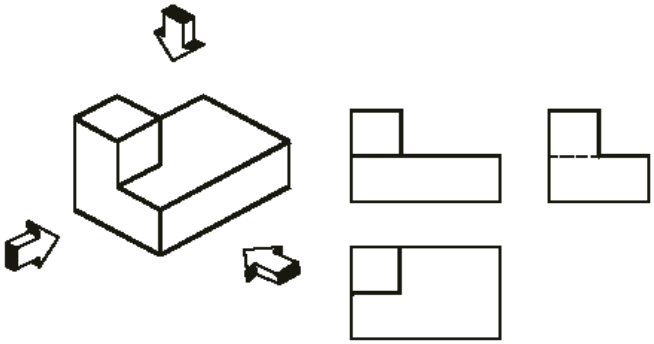
Por exemplo, o plano “A”, sendo paralelo ao plano vertical de projeção, aparece na vista de frente na sua forma e em sua verdadeira grandeza, enquanto nas vistas superior e lateral, o plano “A” é representado por uma linha devido à sua perpendicularidade aos respectivos planos de projeção.

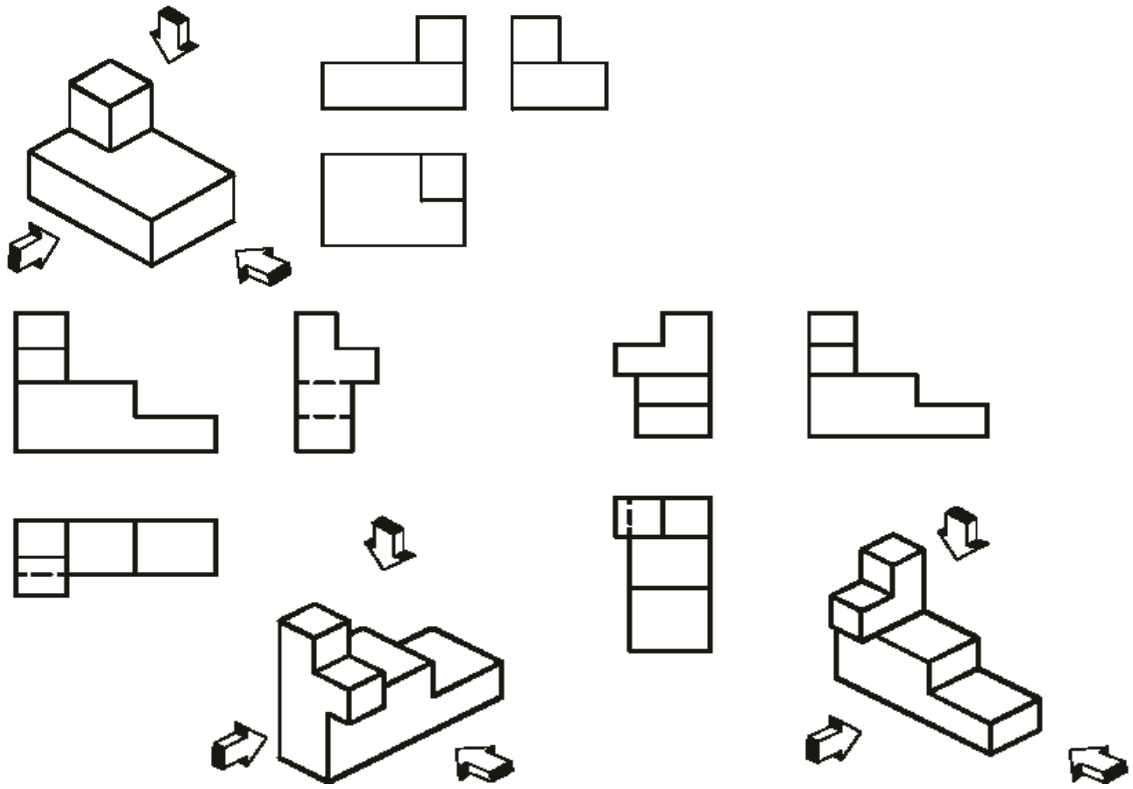
Representação de Arestas Ocultas

Como a representação de objetos tridimensionais, por meio de projeções ortogonais, é feita por vistas tomadas por lados diferentes, dependendo da forma espacial do objeto, algumas de suas superfícies poderão ficar ocultas em relação ao sentido de observação.
As linhas tracejadas são constituídas de pequenos traços de comprimento uniforme, espaçados de um terço de seu comprimento e levemente mais finas que as linhas cheias.



Deve-se procurar evitar o aparecimento de linhas tracejadas, porque a visualização da forma espacial é muito mais fácil mediante as linhas cheias que representam as arestas visíveis.
As linhas tracejadas podem ser evitadas invertendo-se a posição da peça em relação aos planos de projeção (mudar a posição da vista de frente).





Elaboração de Esboços

Ainda que o objetivo seja o de ensinar a interpretar a linguagem gráfica do desenho técnico, é muito importante desenvolver a habilidade de desenhar à mão livre.
A elaboração de esboços, além favorecer a análise gráfica das projeções ortogonais, ajuda a desenvolver o sentido de proporcionalidade.
Os materiais necessários são: lápis, borracha e papel.
Na elaboração de desenhos à mão livre, ainda que a perfeição dos traços seja importante, é muito mais importante o rigor das proporções e a correta aplicação das normas e convenções de representação.

Existem algumas recomendações que devem ser seguidas para facilitar a elaboração de desenhos à mão livre.

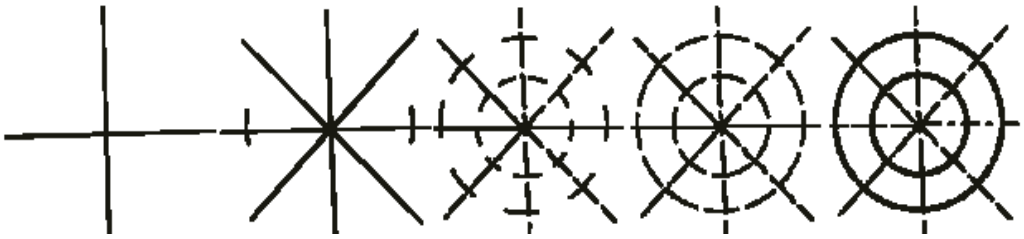
- O antebraço deve estar totalmente apoiado sobre a prancheta. A mão deve segurar o lápis naturalmente, sem forçar, e também estar apoiada na prancheta.
- Deve-se evitar desenhar próximo às beiradas da prancheta, sem o apoio do antebraço.
- O antebraço não estando apoiado acarretará um maior esforço muscular, e, em conseqüência, imperfeição no desenho.
- Os traços verticais, inclinados ou não, são geralmente desenhados de cima para baixo e os traços horizontais são feitos da esquerda para a direita.

Traçado de Retas

Para traçar um segmento de reta que une dois pontos, deve-se colocar o lápis em um dos pontos e manter o olhar sobre o outro ponto (para onde se dirige o traço). Não se deve acompanhar com a vista o movimento do lápis.
Inicialmente desenha-se uma linha leve para, em seguida, reforçar o traço corrigindo, eventualmente, a linha traçada.
Não se pode pretender que um segmento reto traçado à mão livre seja absolutamente reto, sem qualquer sinuosidade. Como já foi destacada, muito mais importante que a perfeição do traçado é a exatidão e as proporções do desenho.

Traçado de Arcos

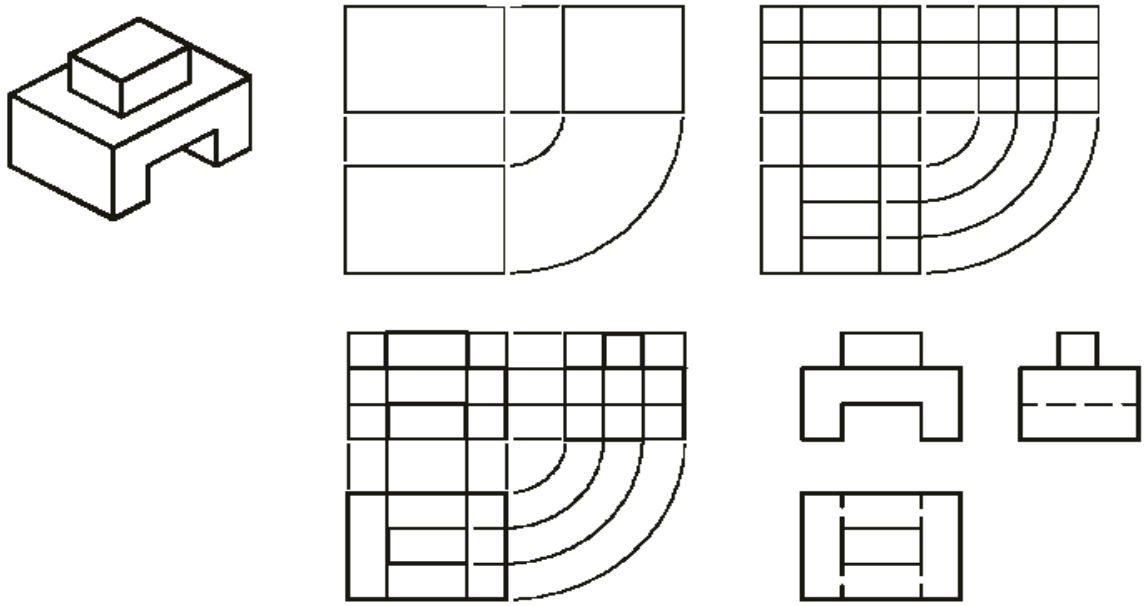
O melhor caminho para desenhar circunferências (arcos) é marcar previamente, sobre linhas perpendiculares entre si, as distâncias radiais, e a partir daí fazer o traçado do arco



Traçado das Projeções (VISTAS)

Analisar qual a melhor combinação de vistas que representa a peça.
Esboçar, com traço muito leve e fino o lugar de cada projeção, observando que as distâncias entre as vistas devem ser visualmente iguais. Vistas excessivamente próximas ou excessivamente afastadas, tiram a clareza e dificultam a interpretação do desenho.
Desenhar os detalhes resultantes das projeções ortogonais, trabalhando simultaneamente nas três vistas.

- Reforçar com traço definitivo (traço contínuo e forte) os contornos de cada vista.
- Com o mesmo traço (contínuo e forte) acentuar em cada vista os detalhes visíveis.
- Desenhar em cada vista, com traço médio, as linhas tracejadas correspondentes às arestas invisíveis.
- Apagar as linhas de guia feitas no início do desenho.
- Conferir cuidadosamente o desenho resultante.



Como projeções desenhadas representam uma mesma peça sendo vista por lados diferentes, o desenho deve resguardar, visualmente, as proporções da peça, deste modo, os lados que aparecem em mais de uma vista não podem ter tamanhos diferentes.

Na figura, pode-se ver que: as dimensões de largura da peça aparecem nas vistas lateral e superior, as dimensões de altura aparecem nas vistas de frente e lateral e as dimensões de comprimento aparecem nas vistas de frente e superior. Assim sendo, as vistas devem preservar:

- Os mesmos comprimentos nas vistas de frente e superior.
- As mesmas alturas nas vistas de frente e lateral.
- As mesmas larguras nas vistas lateral e superior.

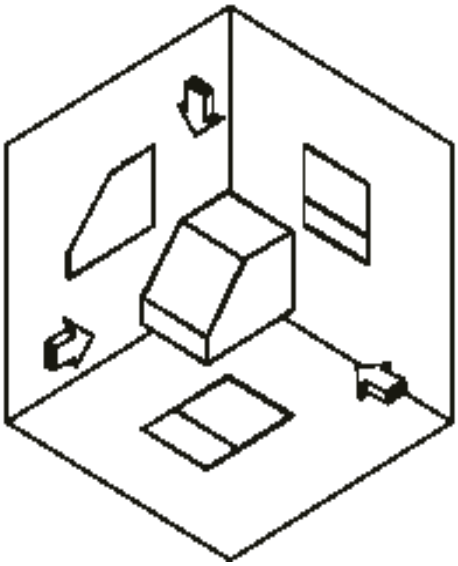
Superfícies Inclinadas

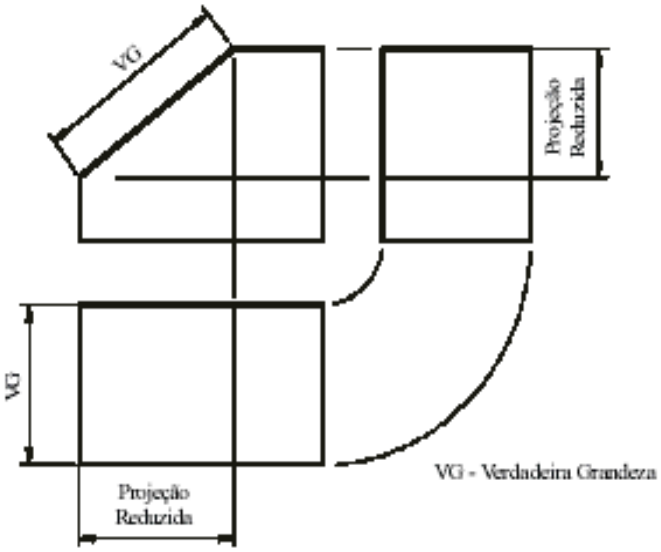
A representação de superfícies inclinadas pode ser dividida em dois casos distintos:

- Quando a superfície é perpendicular a um dos planos de projeção e inclinada em relação aos outros planos de projeção.
- Quando a superfície é inclinada em relação aos três planos de projeção

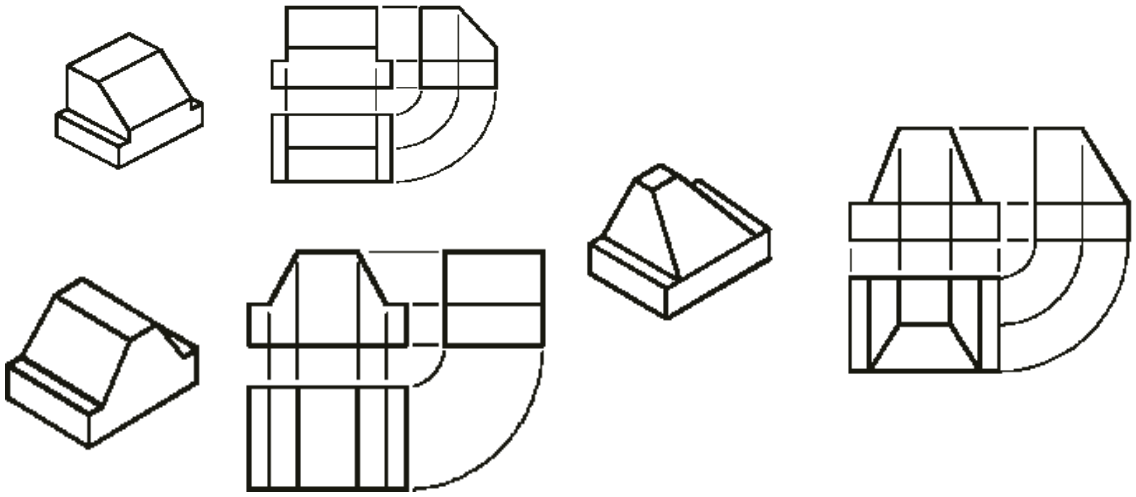
Perpendicularidade aos Planos

A projeção resultante no plano que é perpendicular à superfície inclinada será um segmento de reta que corresponde à verdadeira grandeza da dimensão representada.
Nos outros dois planos a superfície inclinada mantém a sua forma, mas sofre alteração da verdadeira grandeza em uma das direções da projeção resultante.



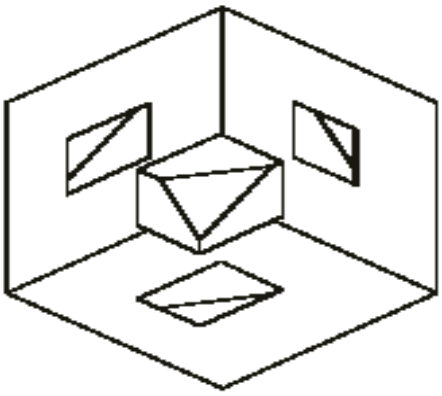


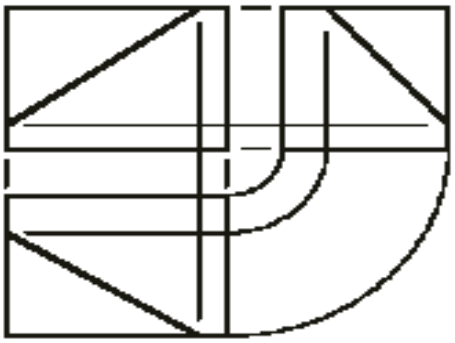
A representação mantendo a forma e a verdadeira grandeza de qualquer superfície inclinada só será possível se o plano de projeção for paralelo à superfície.
As figuras subseqüentes mostram exemplos de representação de peças com superfícies inclinadas, porém, perpendiculares a um dos planos de projeção.



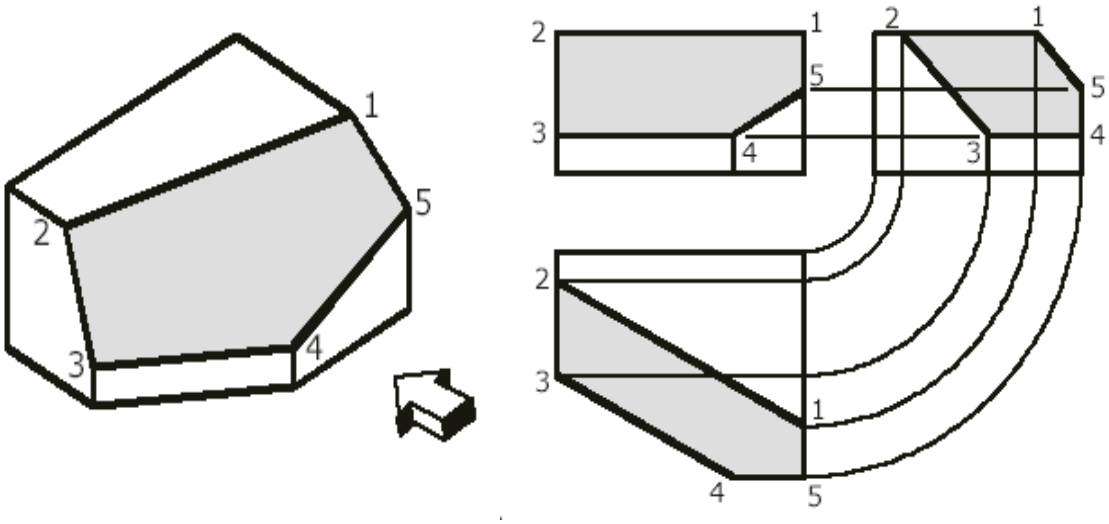
Inclinação em Relação aos Planos

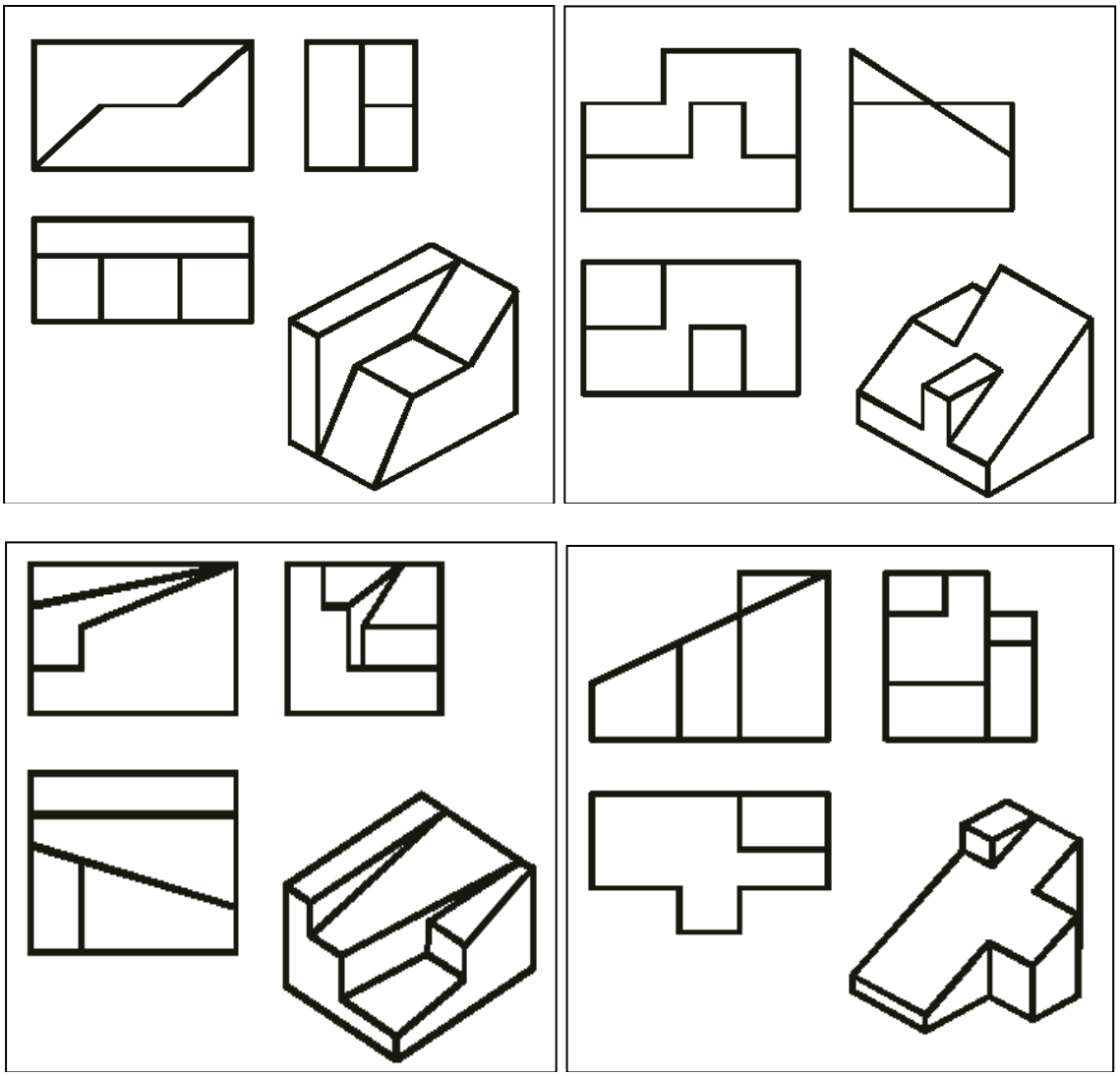
As projeções resultantes nos três planos de projeção manterão a forma da superfície inclinada, contudo, não corresponderão à sua verdadeira grandeza.





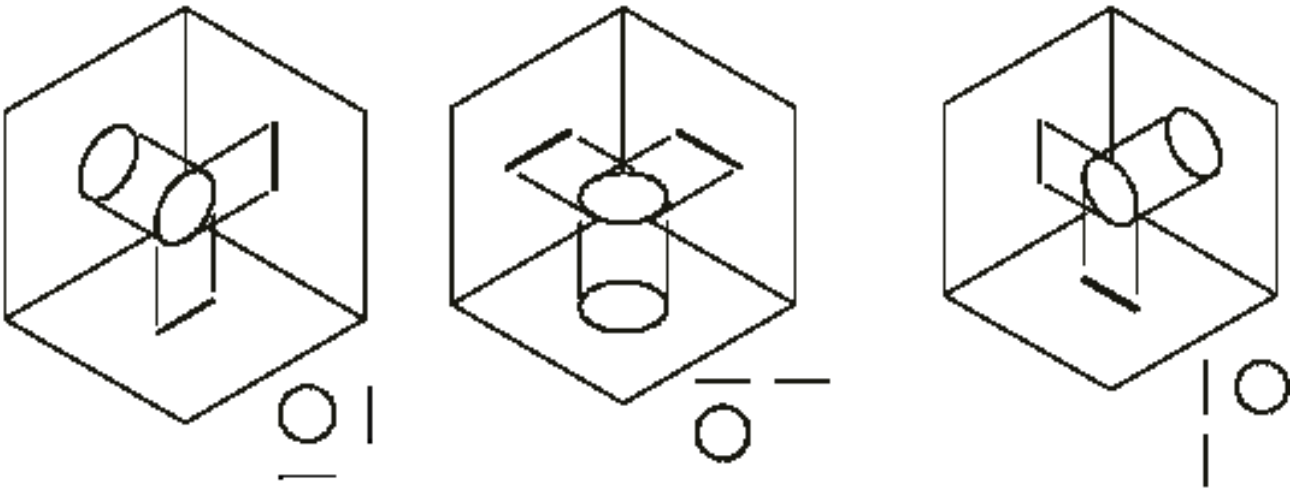
É importante ressaltar que, mesmo que as projeções resultantes não correspondam à verdadeira grandeza da superfície representada, seu contorno não sofre alterações, pois, em todas as vistas, uma determinada linha sempre manterá sua posição primitiva em relação as outras linhas que contornam a superfície inclinada.



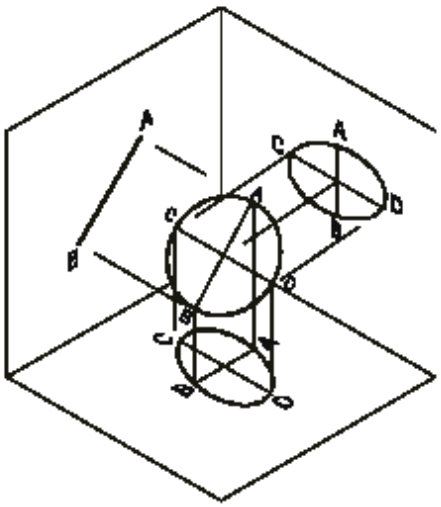


Representação de Superfícies Curvas

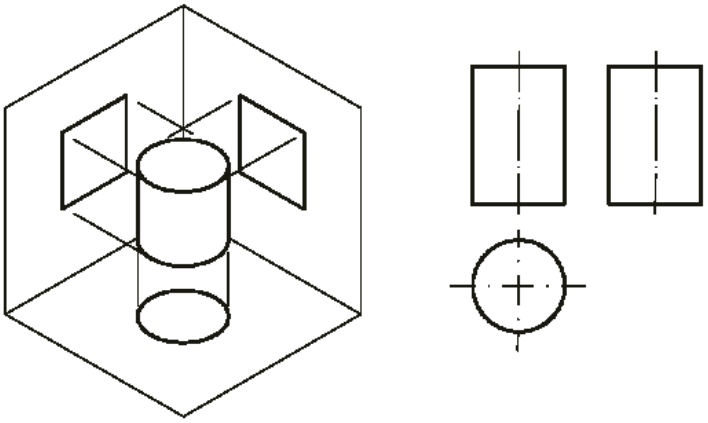
No plano paralelo à superfície, a projeção resultante mantém a forma e a verdadeira grandeza do círculo, nos outros dois planos a projeção resultante é um segmento de reta, cujo comprimento corresponde ao diâmetro do círculo.



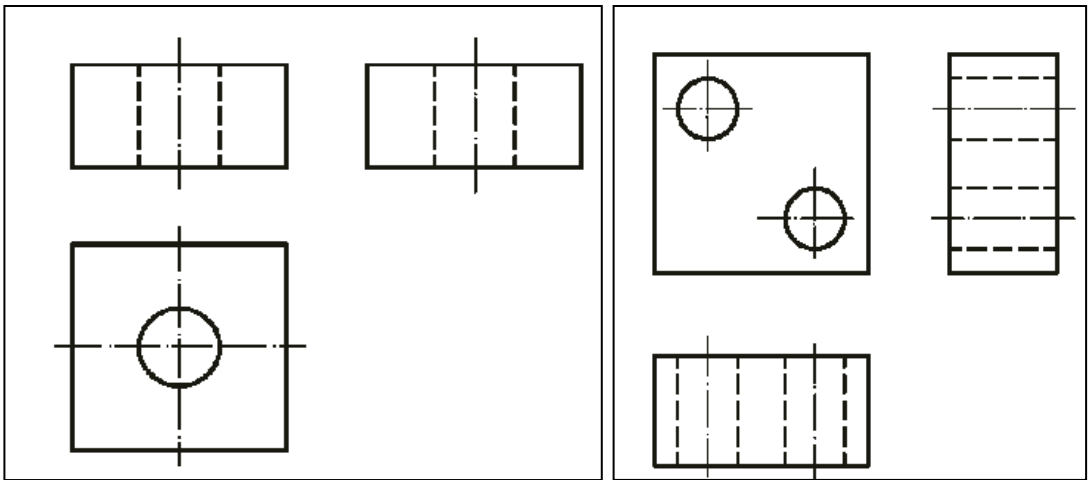
Se a superfície circular não possuir paralelismo com nenhum dos três planos de projeção, mas for perpendicular em relação a um deles, as projeções resultantes terão dimensões em função do ângulo de inclinação da superfície.



A partir das projeções ortogonais dos planos circulares executa-se com facilidade as projeções ortogonais de corpos cilíndricos,



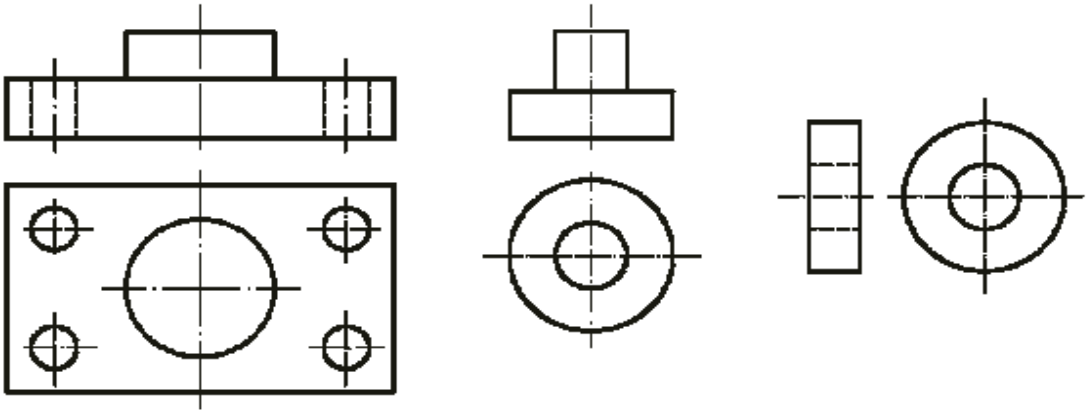
Como regra para representação, pode-se dizer que, quando não houver arestas, uma superfície curva gera linha na projeção resultante quando o raio da curva for perpendicular ao sentido de observação.
Se houver interseção da superfície curva com qualquer outra superfície, haverá aresta resultante e, onde tem interseção tem canto (aresta) e onde tem canto na peça, tem linha na projeção ortogonal.

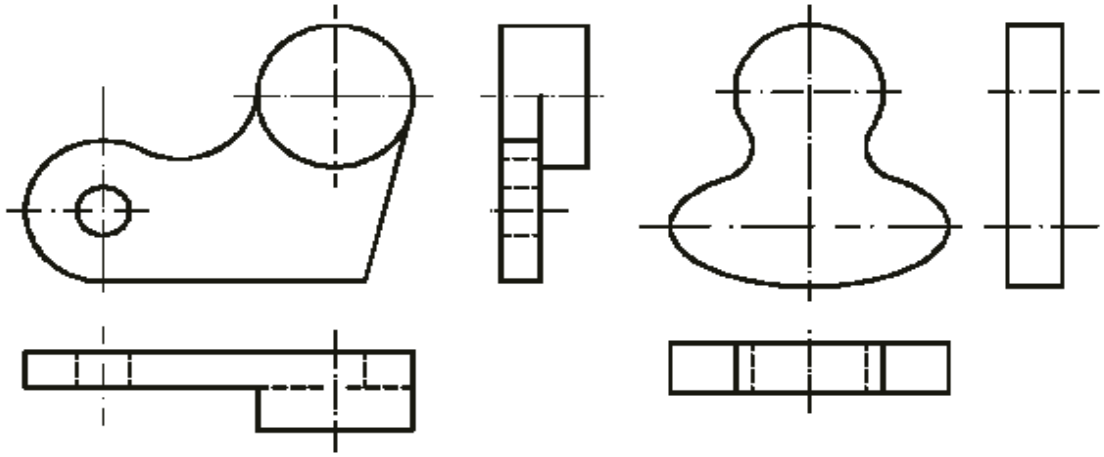


Linhas de Centro

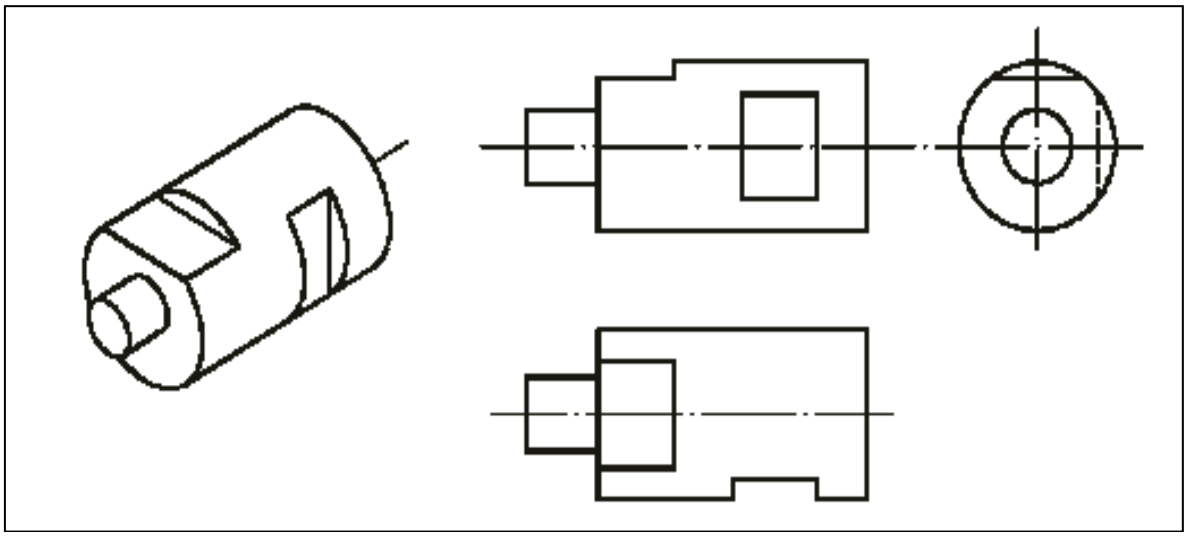
Nos desenhos em que aparecem as superfícies curvas é utilizado um novo tipo de linha, composta de traços e pontos que é denominada linha de centro.
Indicam os eixos em corpos de rotação e também para assinalar formas simétricas secundárias.

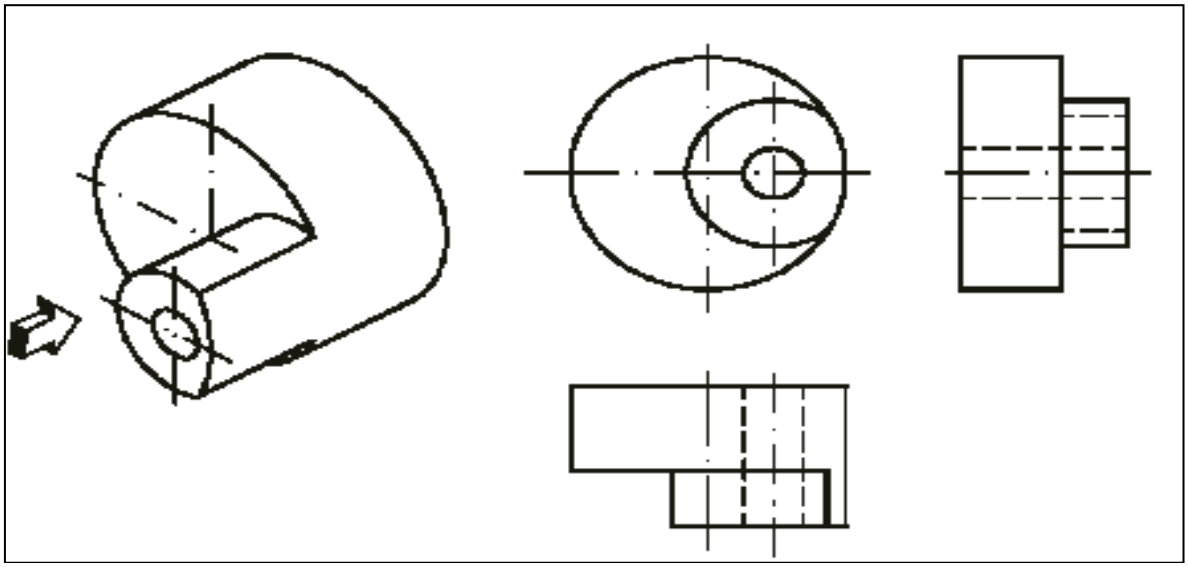
As linhas de centro são representadas por traços finos separados por pontos (*o comprimento do traço da linha de centro deve ser de três a quatro vezes maior que o traço da linha tracejada).*
É a partir da linha de centro que se faz a localização de furos, rasgos e partes cilíndricas existentes nas peças.





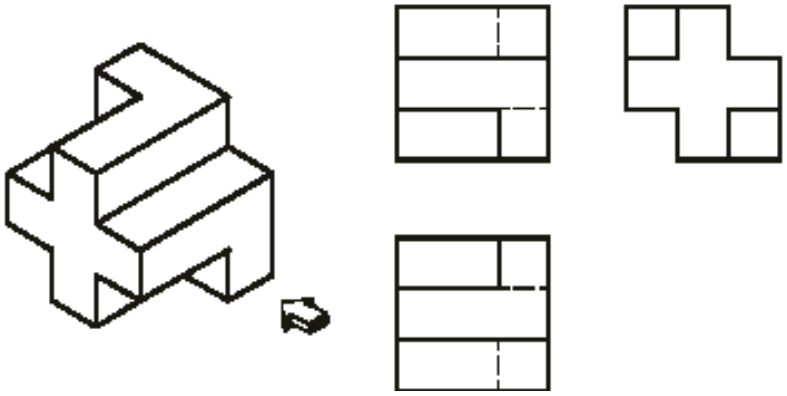
Superfícies Curvas e Linhas de Centro



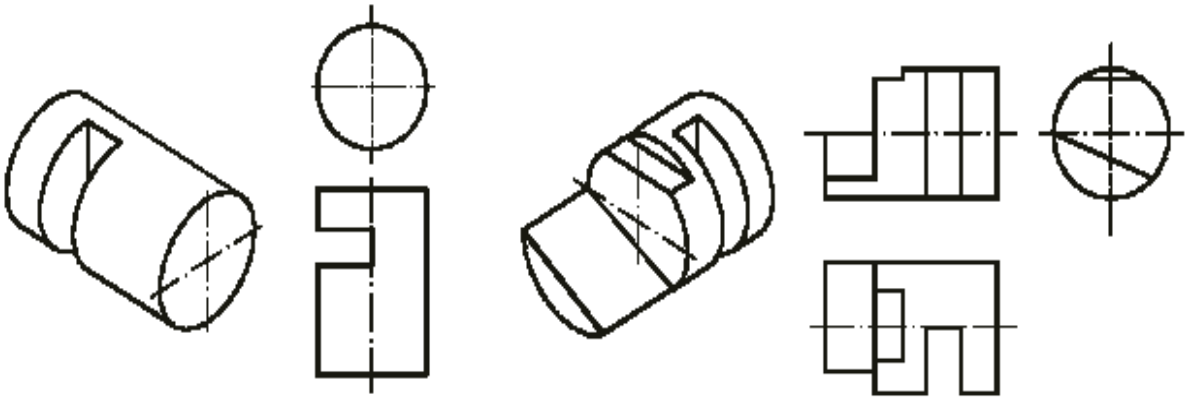


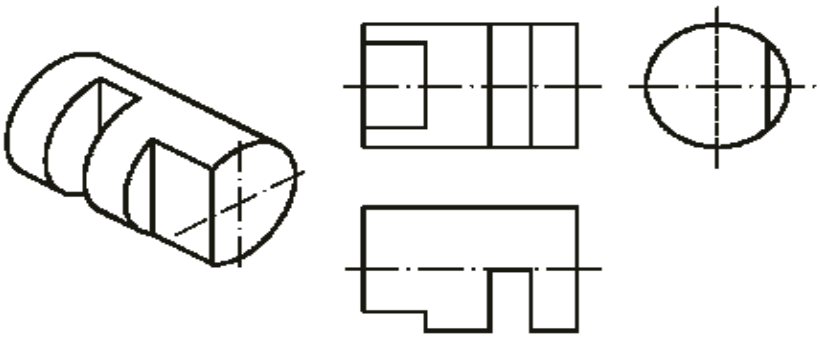
Representação de Arestas Coincidentes

Quando na tomada de vista, em um determinado sentido de observação, ocorrer a sobreposição de arestas (*superfícies coincidentes*), representa-se aquela que está mais próxima do observador.



Uma linha cheia, que representa uma superfície visível, sempre irá se sobrepor à uma linha tracejada, que representa uma superfície invisível.
Ou seja, a linha cheia prevalece sobre a linha tracejada.
As linhas que representam arestas (*linha cheia ou linha tracejada*) prevalecem sobre as linhas auxiliares (*linha de centro*).

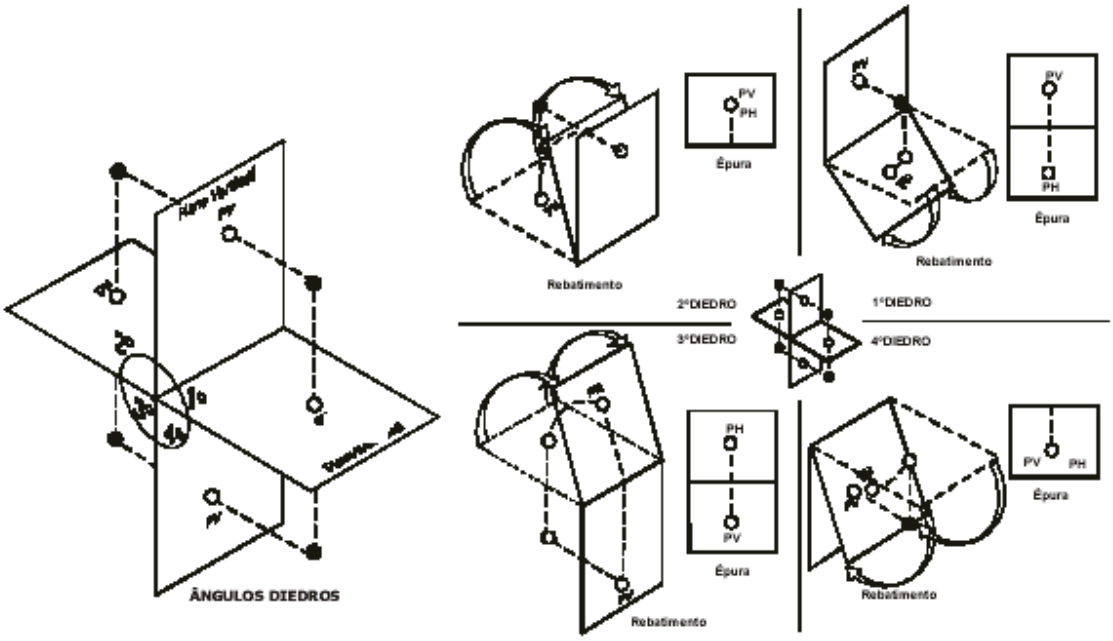




Sistemas de Projeções Ortogonais

Ângulos Diedros

Considerando os planos vertical e horizontal prolongados além de suas interseções, dividiremos o espaço em quatro ângulos diedros (*que tem duas faces*).
Os quatros ângulos são numerados no sentido anti-horário, e denominados 1º, 2º, 3º, e 4º Diedros.

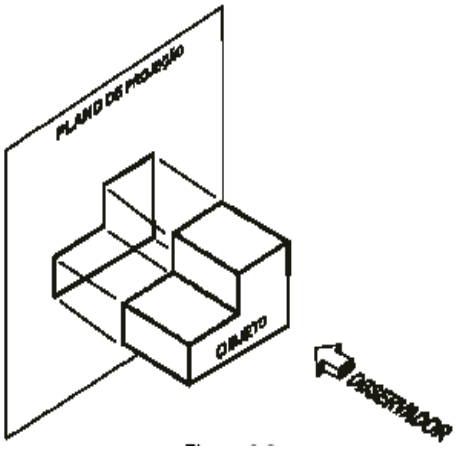


Utilizando os princípios da Geometria Descritiva, pode-se, mediante figuras planas, representar formas espaciais utilizando os rebatimentos de qualquer um dos diedros.
Para viabilizar o desenvolvimento industrial, foi necessário normalizar a linguagem e simplificar o intercâmbio de informações tecnológicas.
Assim, as normas de Desenho Técnico fixaram a utilização das projeções ortogonais somente pelos 1º e 3º diedros.

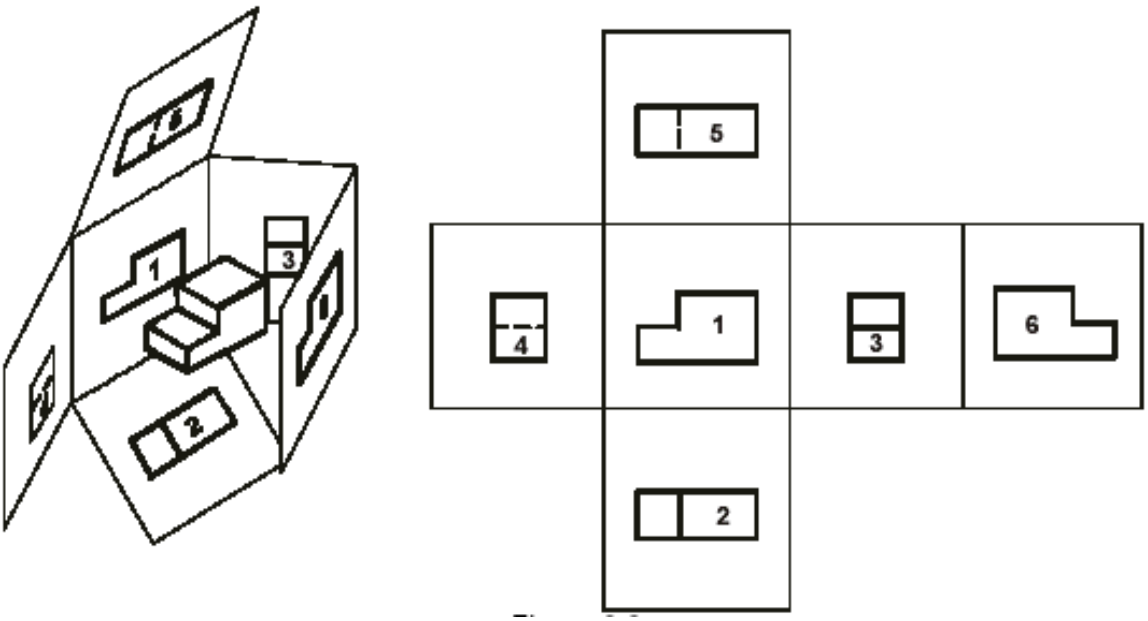
O uso de um ou do outro sistema dependerá das normas adotadas por cada país. Por exemplo, nos Estados Unidos da América (USA) é mais difundido o uso do 3º diedro; nos países europeus é mais difundido o uso do 1º diedro.
Como as normas internacionais convencionaram, para o desenho técnico, o uso dos 1º e 3º diedros é importante a familiarização com os dois sistemas de representação.
A interpretação errônea de um desenho técnico poderá causar grandes prejuízos.

5. 1º Diedro

As projeções feitas em qualquer plano do 1º diedro seguem um princípio básico que determina que o objeto a ser representado deverá estar entre o observador e o plano de projeção, conforme mostra a Figura.



A partir daí, considerando o objeto imóvel no espaço, o observador pode vê-lo por seis direções diferentes, seis vistas da peça.
Para serem denominadas vistas principais, as projeções têm de ser obtidas em planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, formando uma caixa.



A projeção que aparece no plano 1 é sempre chamada de vista de frente.
Em relação à posição da vista de frente nos outros planos de projeção resultam nas seguintes vistas:

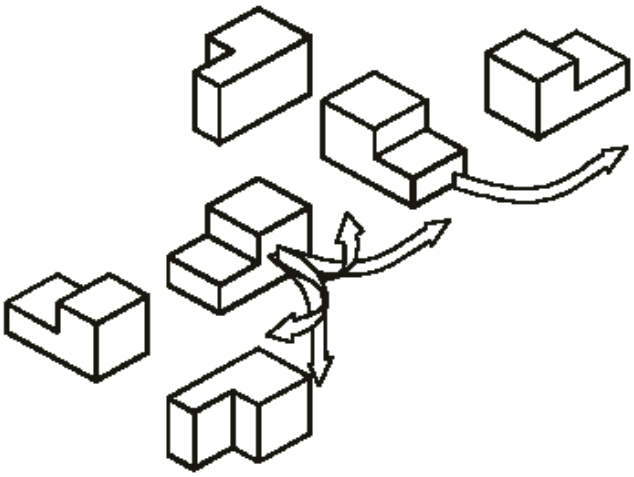
- Plano 1 – Vista de Frente ou Elevação – mostra a projeção frontal do objeto.

- Plano 2 – Vista Superior ou Planta – mostra a projeção do objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Esquerda ou Perfil – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 4 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto sendo visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto sendo visto por trás.

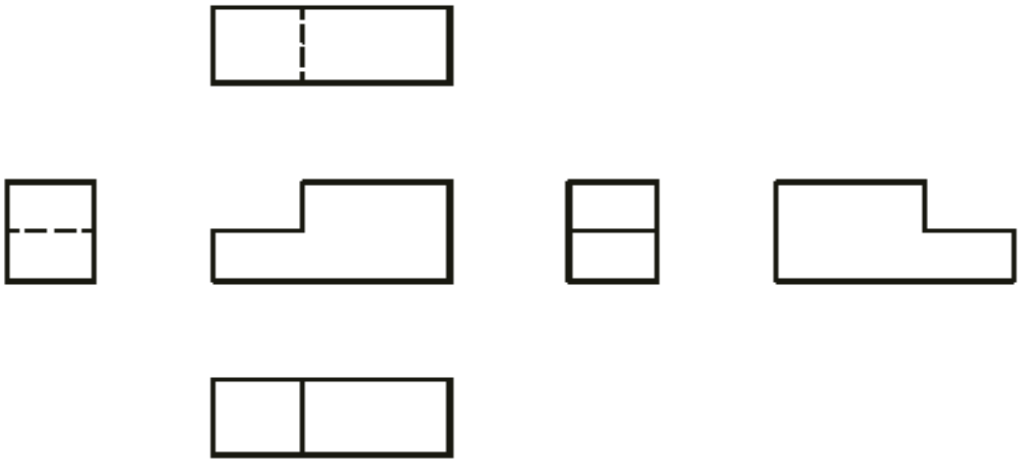
Os rebatimentos normalizados para o 1º diedro mantêm,em relação à vista de frente, as seguintes posições:

- a vista de cima fica em baixo;
- a vista de baixo fica em cima;
- a vista da esquerda fica à direita;
- a vista da direita fica à esquerda.

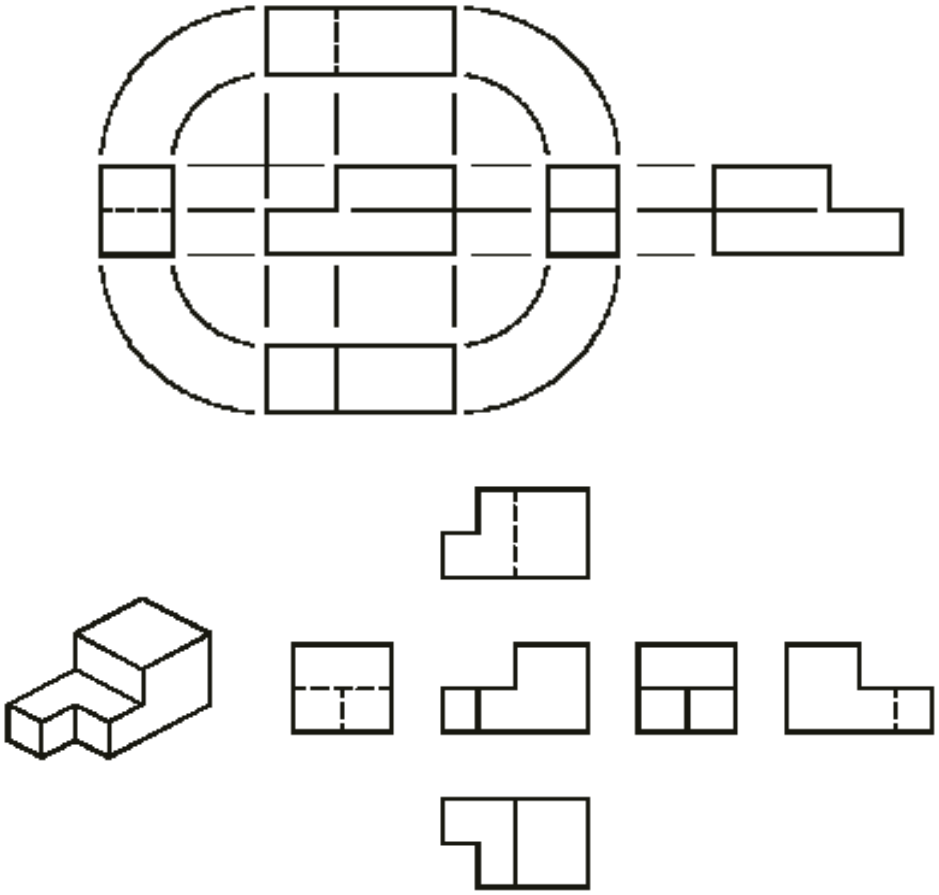
Talvez o entendimento fique mais simples, utilizando o tombamento do objeto.



O lado superior do objeto aparece em baixo e o inferior em cima, ambos em relação à posição frente.
O lado esquerdo do objeto aparece à direita da posição de frente, enquanto o lado direito está à esquerda do lado da frente.



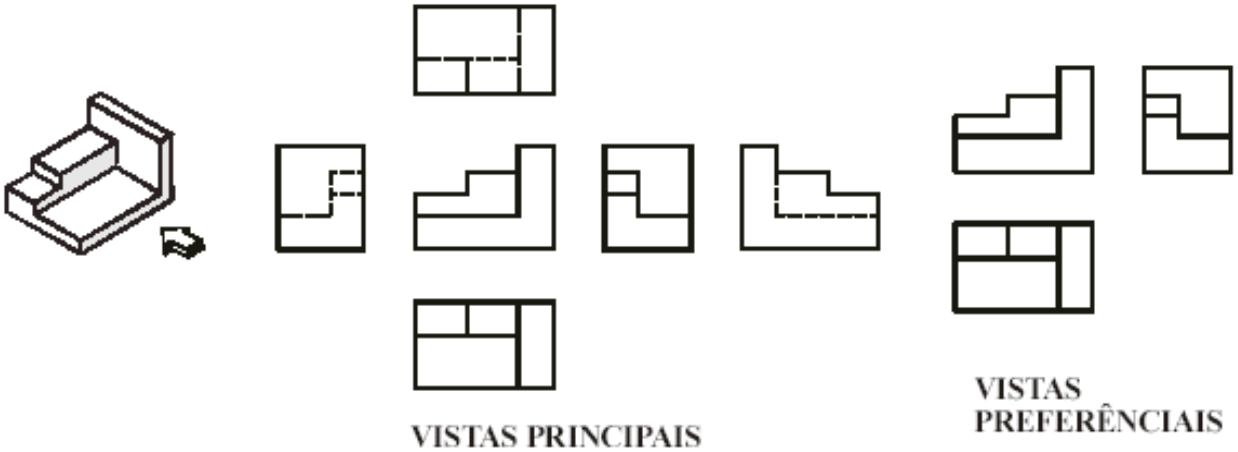
Outra conseqüência da forma normalizada para obtenção das vistas principais do 1º diedro é que as vistas são alinhadas horizontalmente e verticalmente.



Escolha das Vistas

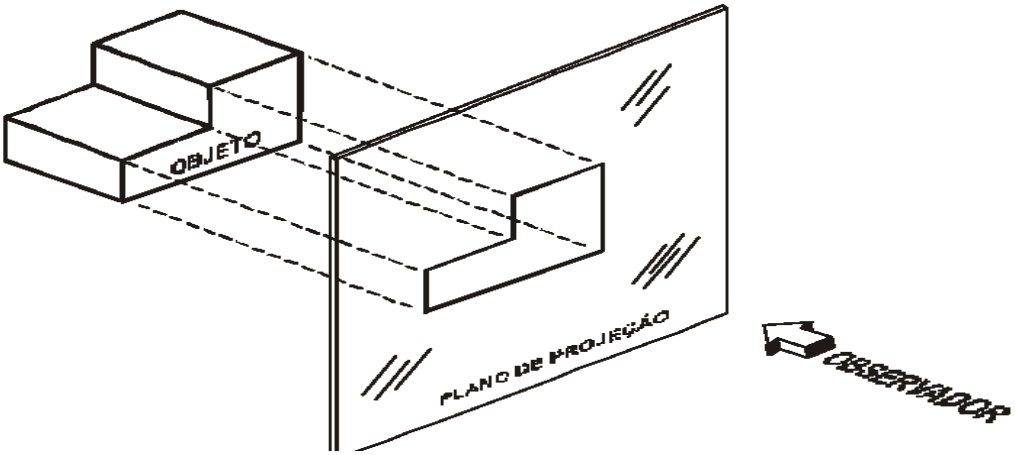
Na maioria dos casos, o conjunto formado pelas vistas de frente, vista superior e uma das vistas laterais é suficiente para representar, com perfeição, o objeto desenhado.
No 1º diedro é mais difundido o uso da vista lateral esquerda, resultando no conjunto preferencial composto pelas vistas de frente, superior e lateral esquerda, que também são chamadas, respectivamente, de elevação, planta e perfil.
Na prática, devido à simplicidade de forma da maioria das peças que compõem as máquinas e equipamentos, são utilizadas somente duas vistas.
Em alguns casos, com auxílio de símbolos convencionais, é possível definir a forma da peça desenhada com uma única vista.
Não importa o número de vistas utilizadas, o que importa é que o desenho fique claro e objetivo.
O desenho de qualquer peça, em hipótese alguma, pode dar margem a dupla interpretação.
O ponto de partida para determinar as vistas necessárias é escolher o lado da peça que será considerado como frente.

Normalmente, toma-se como frente o lado que melhor define a forma da peça. Quando dois lados definem bem a forma da peça, escolhe-se o de maior comprimento.
Feita a vista de frente faz-se tantos rebatimentos quantos forem necessários para definir a forma da peça.

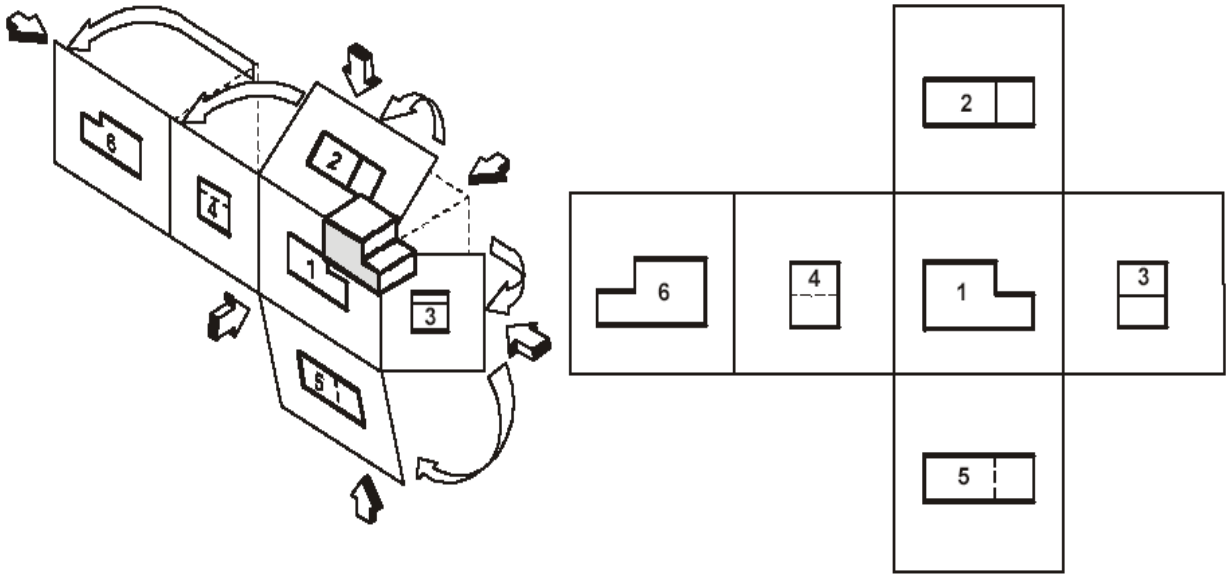


6. 3º Diedro

Como no 1° diedro, qualquer projeção do 3º diedro também segue um princípio básico.
Para fazer qualquer projeção no 3º diedro, o plano de projeção deverá estar posicionado entre o observador e o objeto.
O plano de projeção precisa ser transparente (*como uma placa de vidro*) e o observador, por trás do plano de projeção, puxa as projetantes do objeto para o plano.

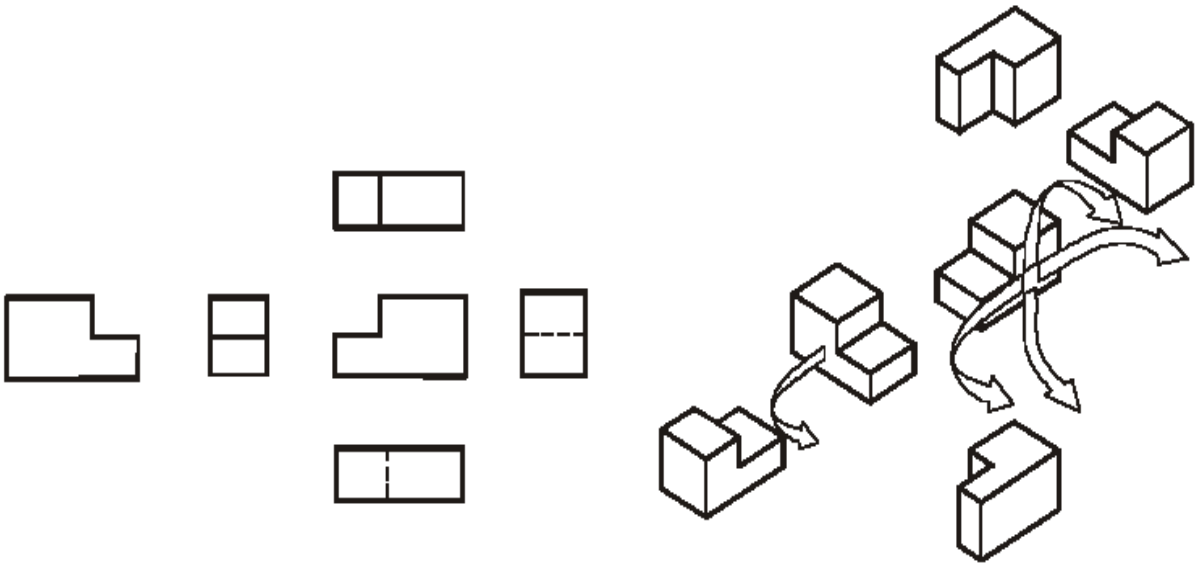


As vistas principais são obtidas em seis planos perpendiculares entre si e paralelos dois a dois, como se fosse uma caixa de vidro e, posteriormente, rebatidos de modo a formarem um único plano.

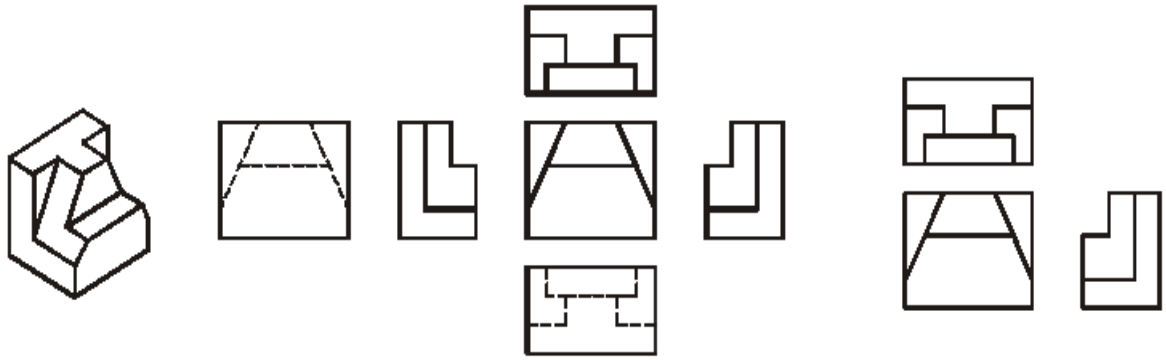


Como no 1° diedro, a projeção que é representada no plano 1 corresponde ao lado da frente da peça.

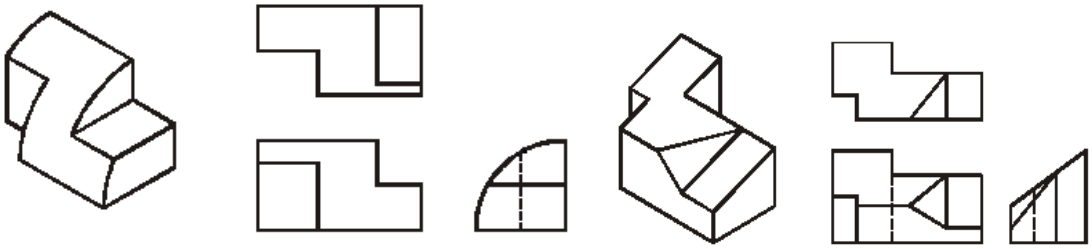
- Plano 1 – Vista de Frente – mostra a projeção frontal do objeto.
- Plano 2 – Vista Superior – mostra o objeto visto por cima.
- Plano 3 – Vista Lateral Direita – mostra o objeto visto pelo lado direito.
- Plano 4 – Vista Lateral Esquerda – mostra o objeto visto pelo lado esquerdo.
- Plano 5 – Vista Inferior – mostra o objeto visto pelo lado de baixo.
- Plano 6 – Vista Posterior – mostra o objeto visto por trás.



No 3° diedro as vistas mais utilizadas, são o conjunto formado pelas vistas de frente, superior e lateral direita.



VISTAS PRINCIPAIS VISTAS PREFERÊNCIAS

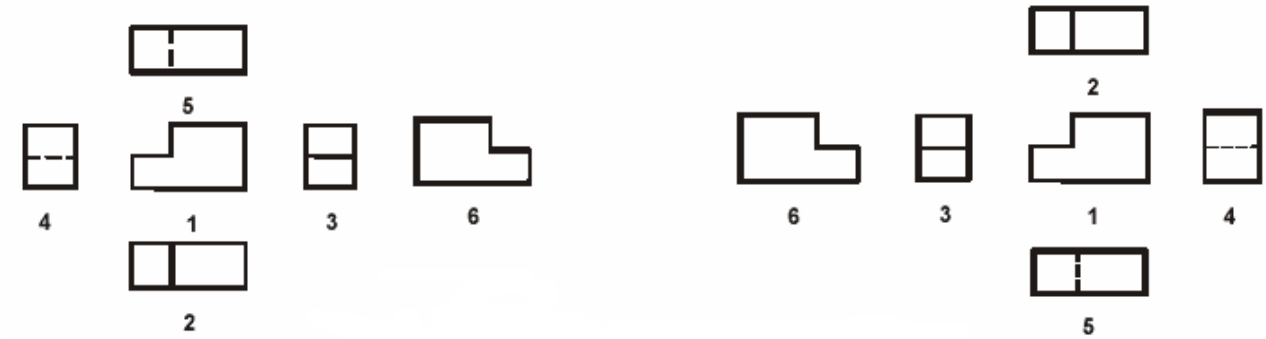


Comparação entre o 1° e 3° Diedro

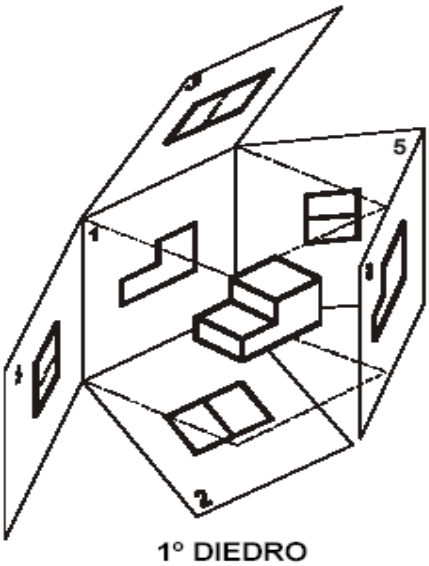
Quanto à vista Frontal:

Tanto no 1° como no 3° diedro, deve-se escolher como frente o lado que melhor representa a forma da peça, respeitando sua posição de trabalho ou de equilíbrio.

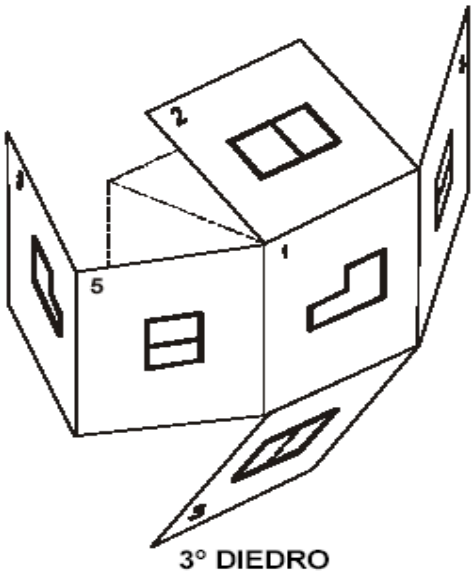
Quanto às Posições relativas das vistas:



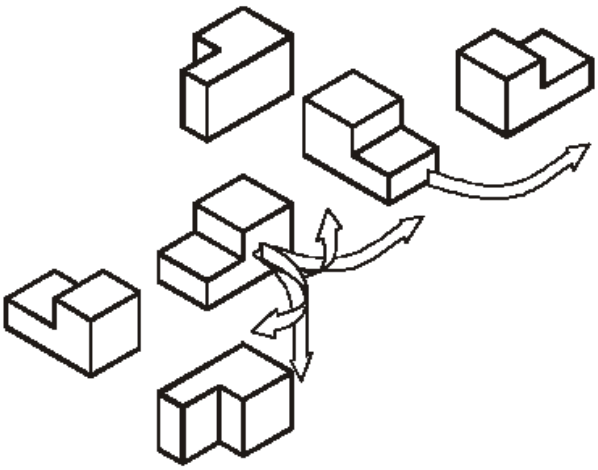
1º Diedro	3º Diedro
A vista superior fica embaixo	A vista superior fica em cima
A vista inferior fica em cima	A vista inferior fica embaixo
A vista lateral direita fica à esquerda	A vista lateral direita fica à direita
A vista lateral esquerda fica à direita	A vista lateral esquerda fica à esquerda

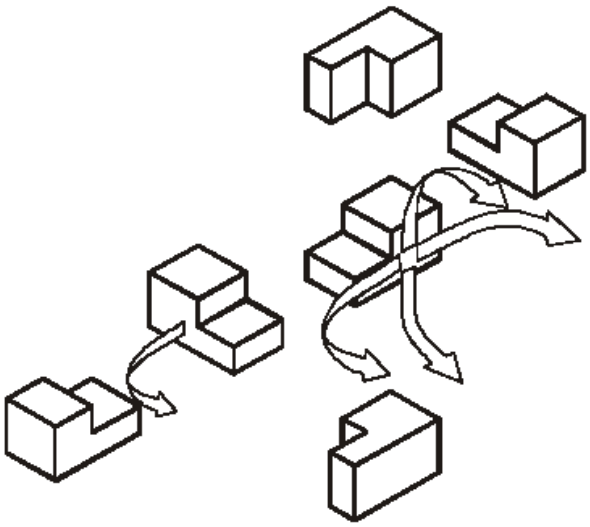


1º DIEDRO



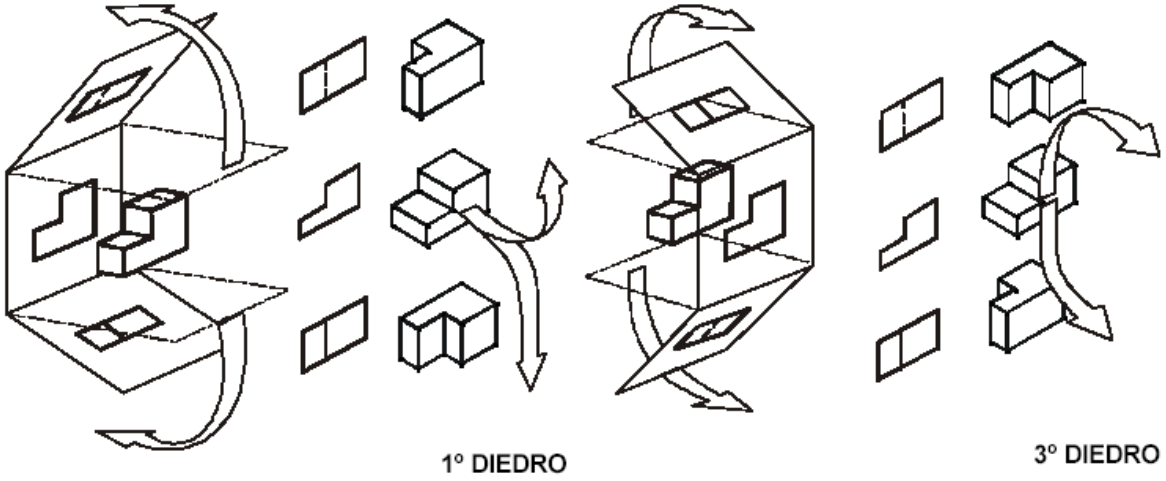
3º DIEDRO


1º DIEDRO

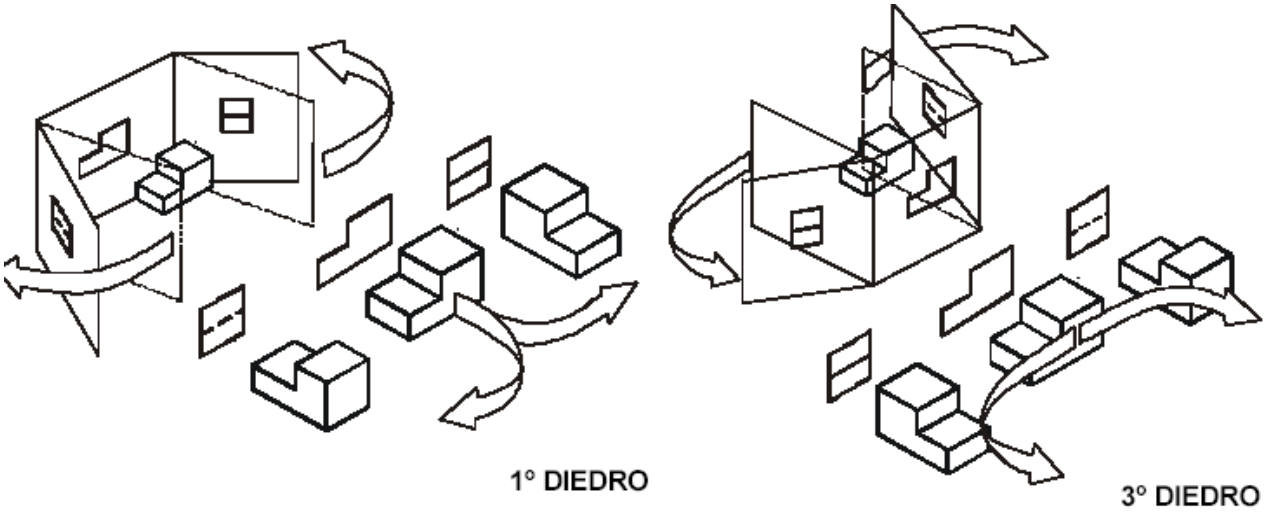

3º DIEDRO

No 1º diedro, olha-se a peça por um lado e desenha-se o que se está vendo do outro lado.
No 3º diedro, o que se está vendo é desenhado no próprio lado donde se está olhando a peça.

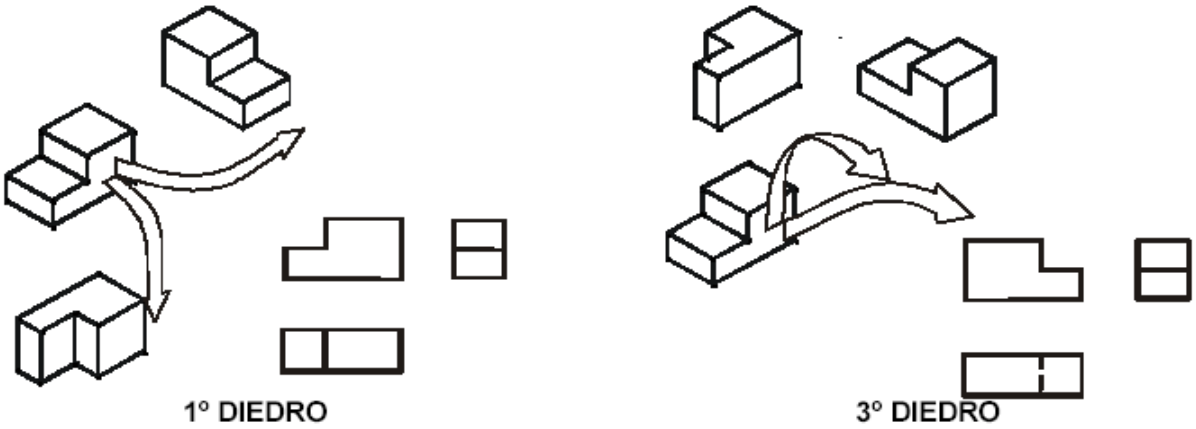
Das vistas superior e inferior



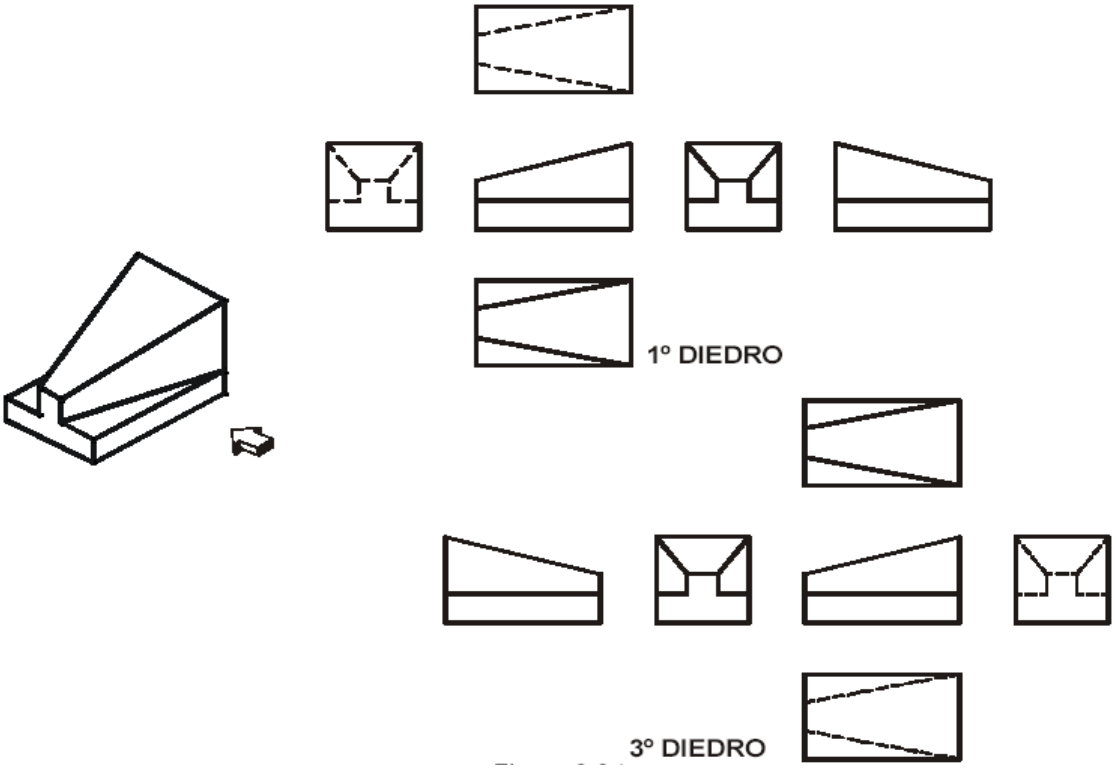
Das vistas laterais



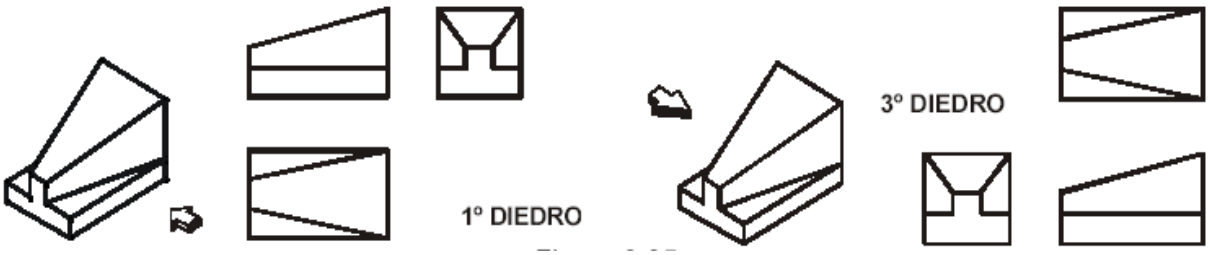
Comparação entre os rebatimentos levando em consideração as vistas principais.



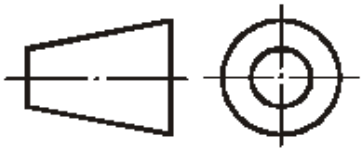
Respeitando a posição de equilíbrio ou a posição de trabalho da peça, toma-se como frente um lado que defina a forma da peça e que também resulte em um conjunto de vistas com o menor número possível de arestas ocultas.



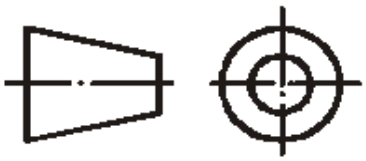
Para utilizar o conjunto de vistas preferenciais e ao mesmo tempo minimizar as linhas tracejadas é necessário modificar os lados tomados como frente



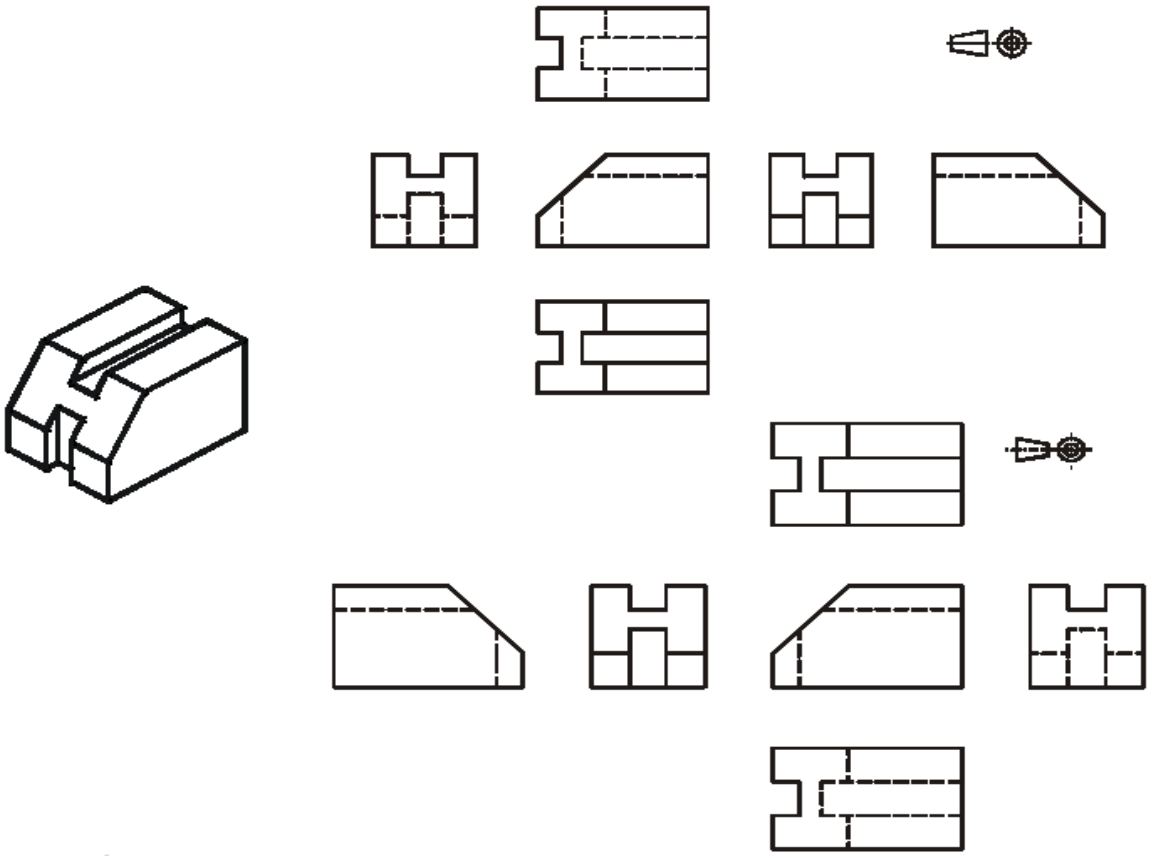
Para facilitar a interpretação do desenho é recomendado que se faça a indicação do diedro utilizado na representação.
A indicação pode ser feita utilizando os símbolos

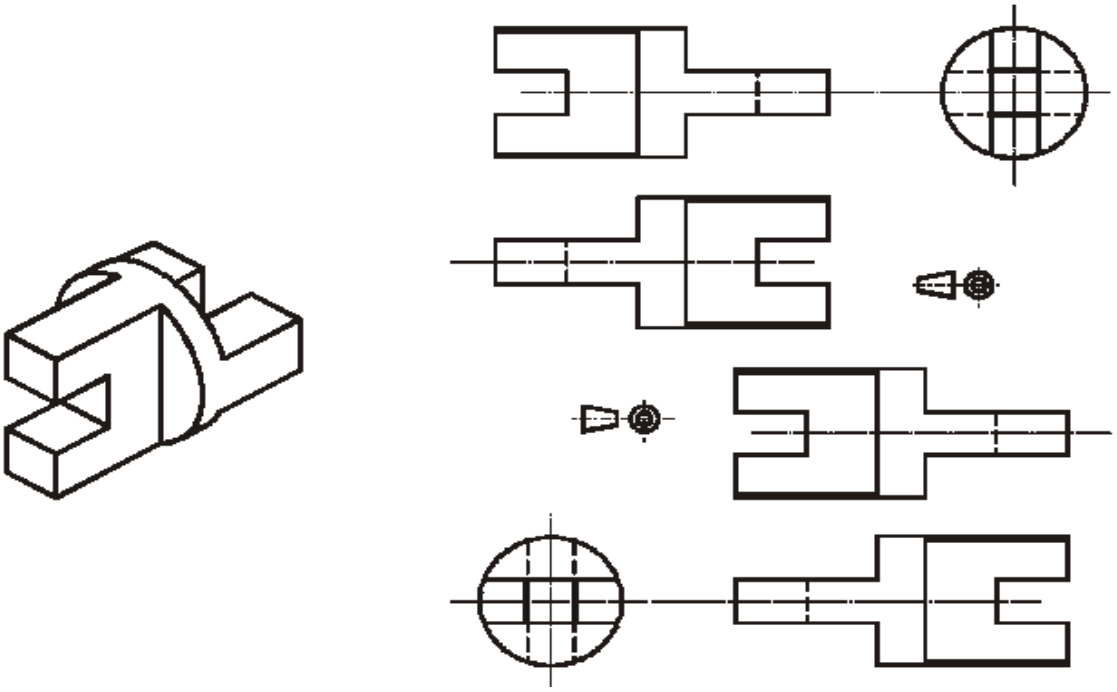


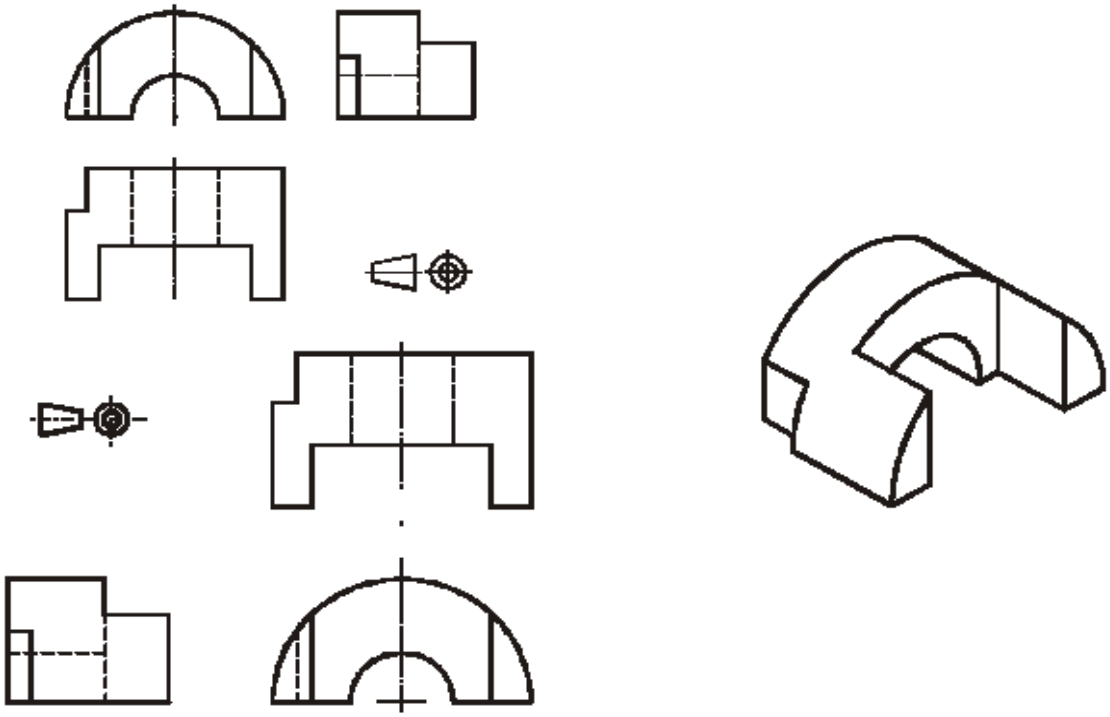
Símbolo do 1º DIEDRO



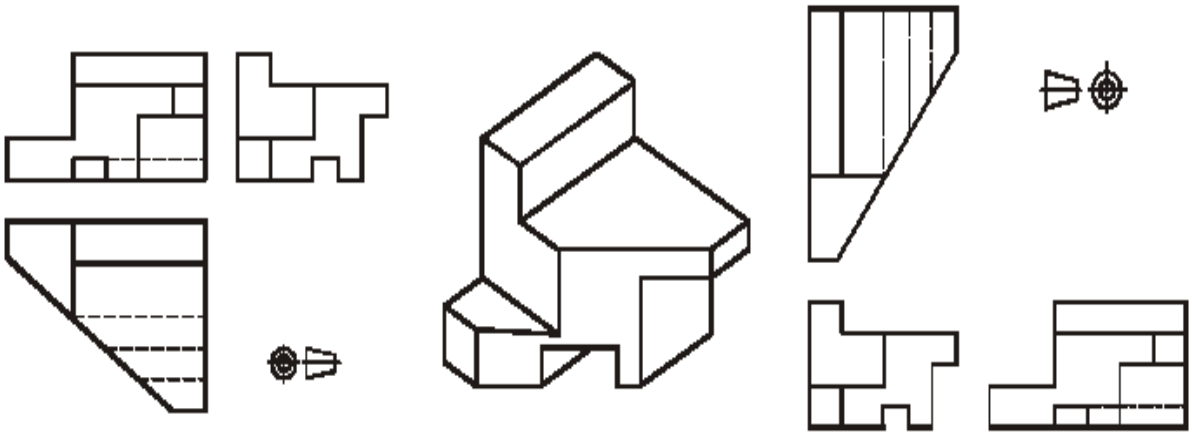
Símbolo do 3º DIEDRO







Para utilizar as vistas preferências e minimizar o aparecimento de linhas tracejadas é preciso escolher, para cada diedro, o lado da peça que será tomado como frente.



7. Perspectiva

A dificuldade de visualização da forma espacial pode ser amenizada por uma elaboração do esboço em perspectiva da peça.

- - Perspectiva Cônica
- - Perspectiva Cavaleira
- - Perspectiva Isométrica

Mais usados:

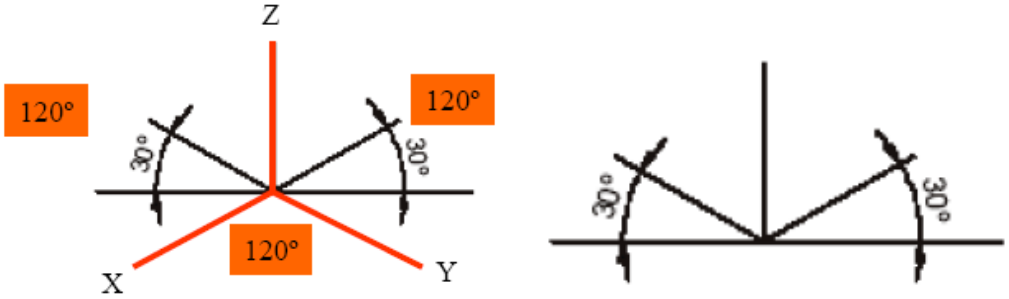
- Isométrica (ortogonal)
- Cavaleira (obliqua)

Qualquer que seja a forma da peça a ser desenhada ou a forma de projeção para se elaborar um esboço em perspectiva é necessário desenhar, primeiramente, o paralelepípedo de referência.

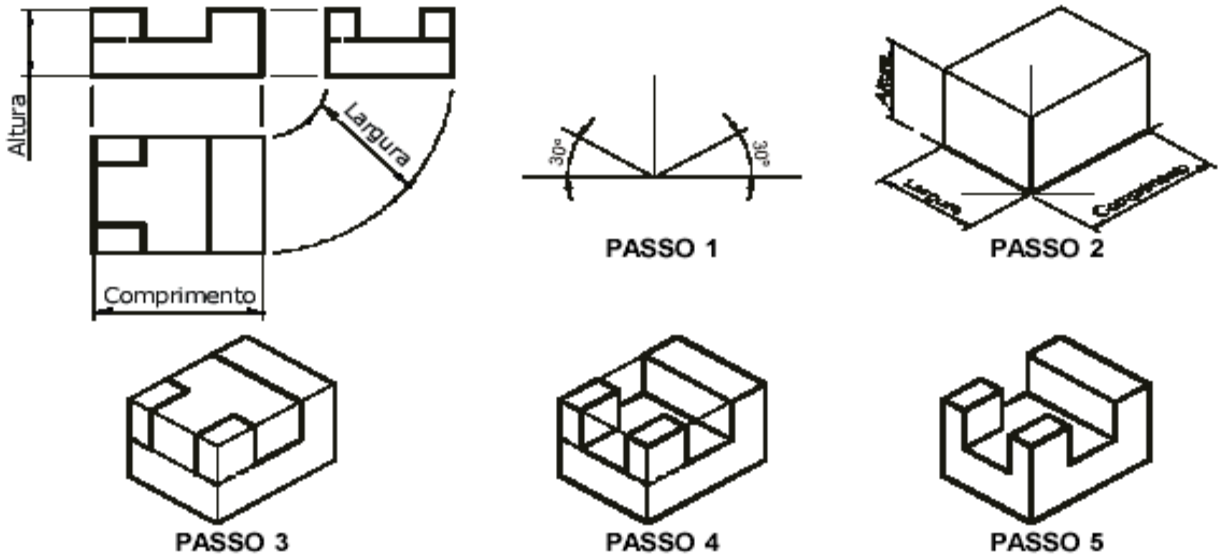
Perspectiva Isométrica

Na representação em perspectiva isométrica, as dimensões marcadas sobre os eixos isométricos, devem corresponder a 0,82 x dimensão real, para não resultar uma imagem um tanto alongada. Porém, em termos práticos, usa-se o termo perspectiva isométrica, sem que na maioria das vezes aplique-se a redução acima mencionada.

O paralelepípedo deve começar pelos três eixos isométricos.
Na Figura vê-se que um dos eixos isométricos é traçado verticalmente e os outros dois fazem um ângulo de 30° com uma linha horizontal.



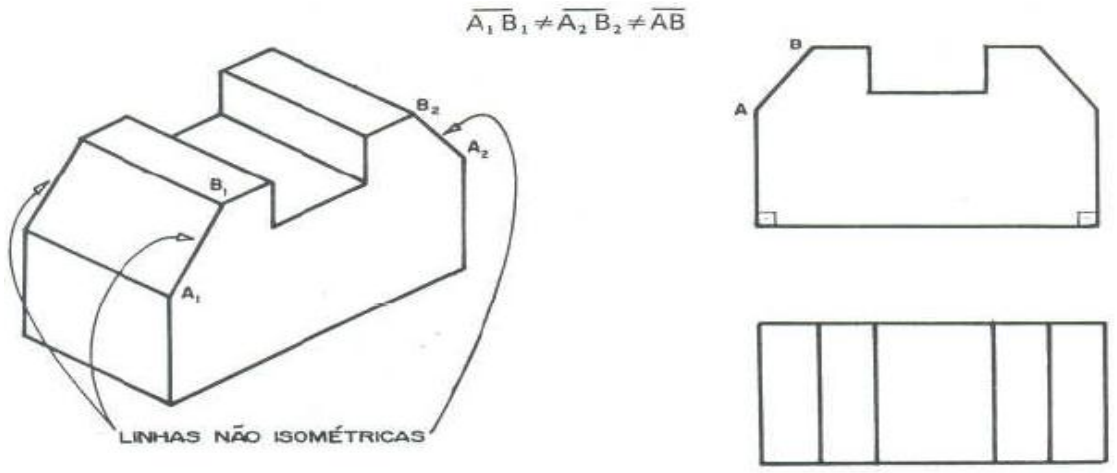
Um dos procedimentos para leitura do desenho através do esboço em perspectiva é semelhante à modelagem a partir de um bloco com cortes sucessivos.
Comparando os sentidos de observação, marcados nas faces do paralelepípedo, com as respectivas projeções ortogonais, vai-se esboçando em perspectiva os detalhes definidos em cada vista do desenho.



Perspectiva Isométrica de Superfícies Inclinadas

Em uma perspectiva isométrica, as arestas desenhadas não paralelas aos eixos isométricas e são representadas fora de suas verdadeiras grandezas.

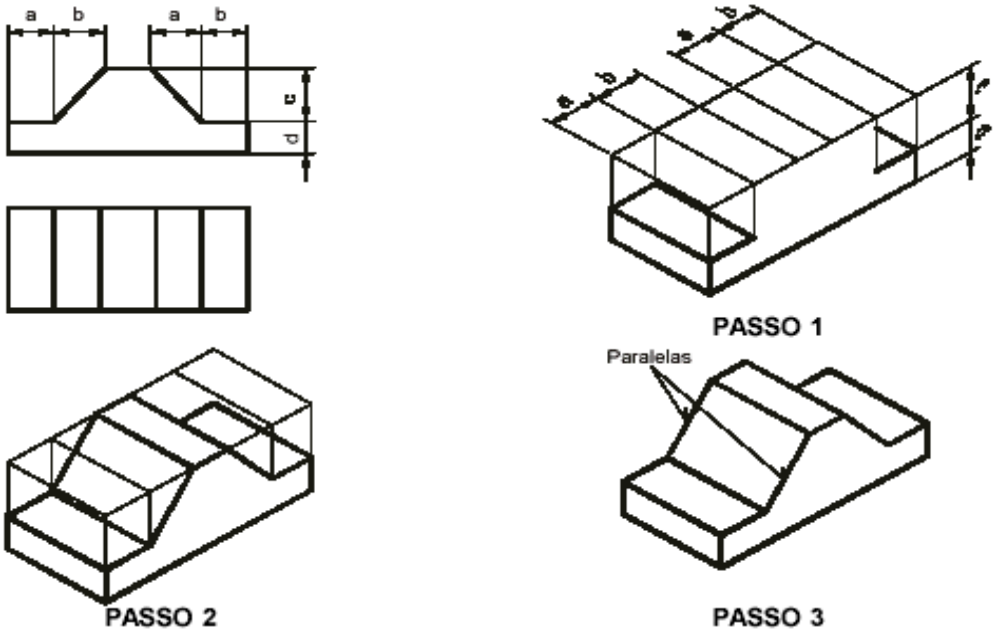
O processo para o traçado das linhas não isométricas, consiste em construir-se primeiramente o quadrilátero envolvente, marcar-se os pontos extremos das linhas não isométricas e uni-los posteriormente.



Como conseqüência, deduz-se que em perspectiva isométrica, os ângulos também não são representados em suas verdadeiras grandezas, recorrendo-se para o seu traçado a processo semelhante ao das linhas não isométricas.

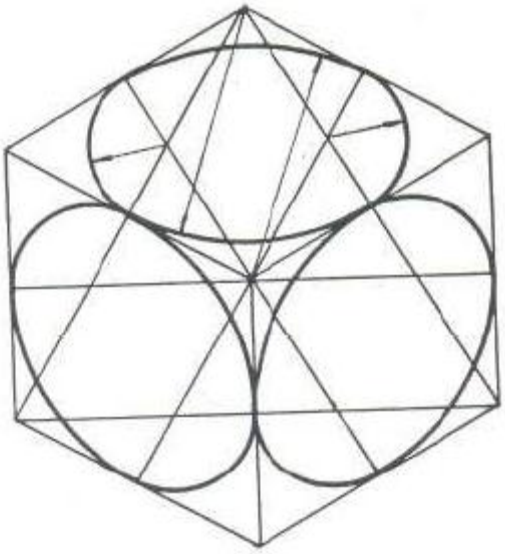
Perceba no desenho anterior, que os ângulos de 90º assinalados, aparecem em perspectiva isométrica, ora com 60º, ora com 120º, dependendo do seu posicionamento.

Exemplo:

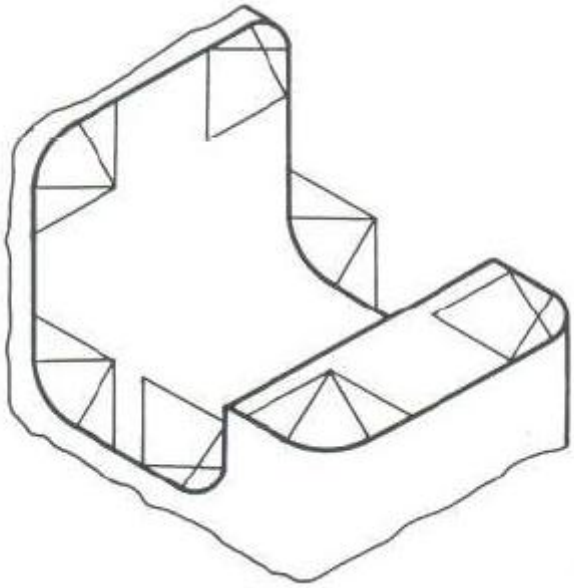


Perspectiva de Superfície Curvas

A representação de uma circunferência em perspectiva isométrica é feita pelo traçado aproximado da elipse isométrica de quatro centros.



Recairá no traçado parcial perspectiva isométrica de circunferência.

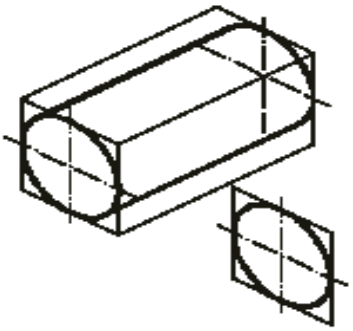


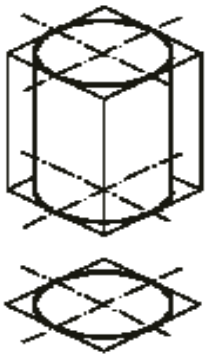
Exemplo:

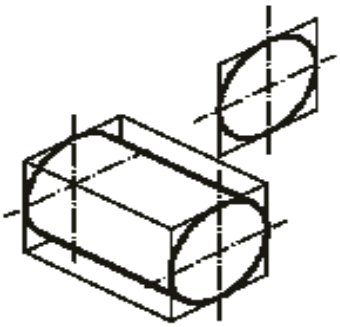
PASSO 1

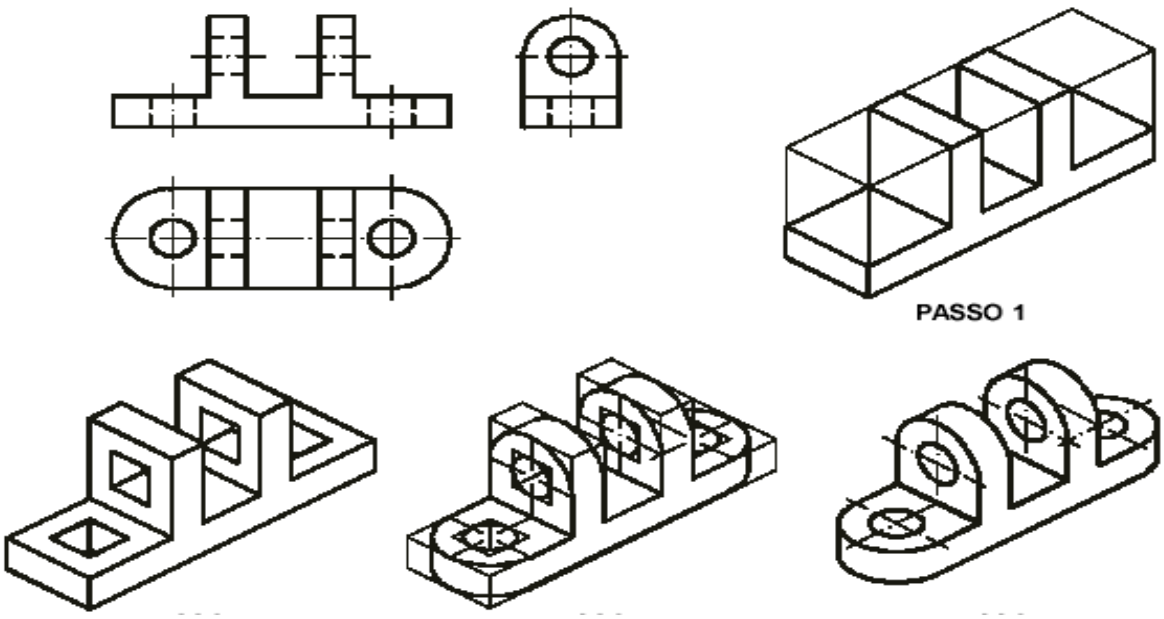
PASSO 2

PASSO 3







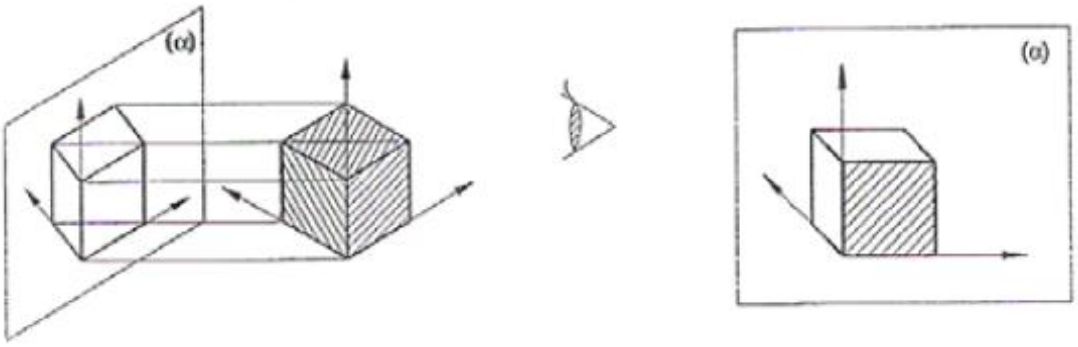


Industrialmente a perspectiva isométrica tem sua maior aplicação nos desenhos de tubulações industriais, em isométricos de instalações, em perspectivas explodidas, em catálogos técnicos e ainda algumas vezes como forma complementar, para melhor esclarecer algum detalhe.

Perspectiva Cavaleira

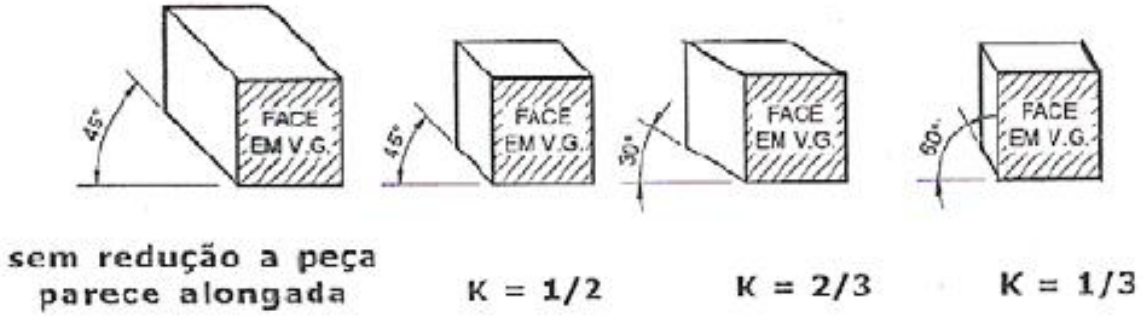
A perspectiva cavaleira resulta da projeção oblíqua sobre um só plano estando o objeto em estudo com uma face paralela ao plano de projeção.

- As três faces também são montadas sobre três eixos que partem de um vértice comum;
- Uma das faces é representada de frente em VG;
- Uma das faces projetada paralelamente ao plano;
- As outras faces obliquas (inclinadas) sob um determinado ângulo.



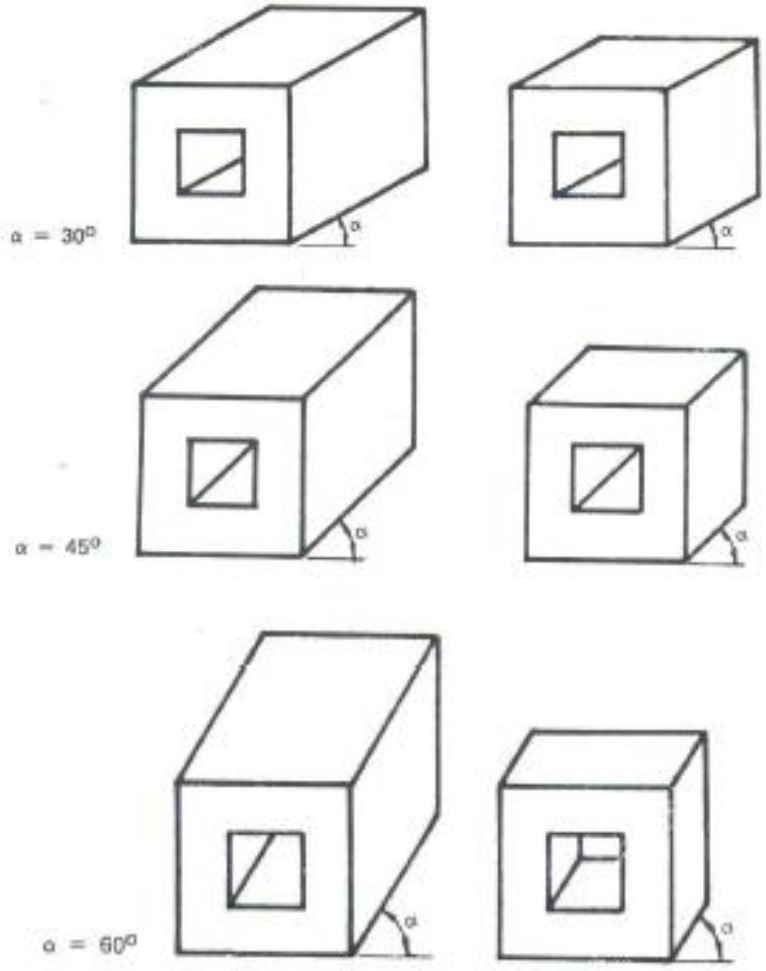
A perspectiva cavaleira poderá ser desenhada com ângulo de 30º, 45º ou 60º, sendo recomendável para minimizar deformações impostas por este tipo de perspectiva, representar a face perspectivada com suas dimensões reduzidas a 2/3, 1/2 e 1/3 da dimensão real, respectivamente para os ângulos de 30º, 45º e 60º.

Perceba no exemplo abaixo, a representação em perspectiva cavaleira com ângulo de 30º, 45º e 60º com e sem redução nas fugitivas.



Coeficiente de Alteração ou redução: Para proporcionar uma forma agradável e reconhecível - Varia dependendo do ângulo.

A Perspectiva isométrica é mais utilizada em 45º e deve-se representar sempre que possível, a maior dimensão da peça, a face mais irregular ou a que contenha detalhes circulares, paralela ao plano vertical, isto é, sem redução.

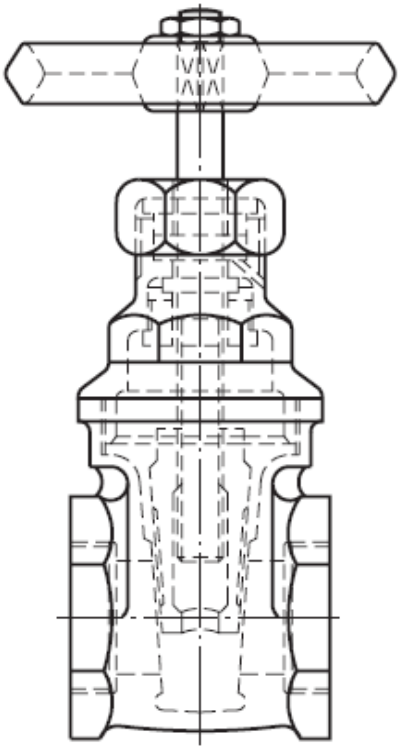


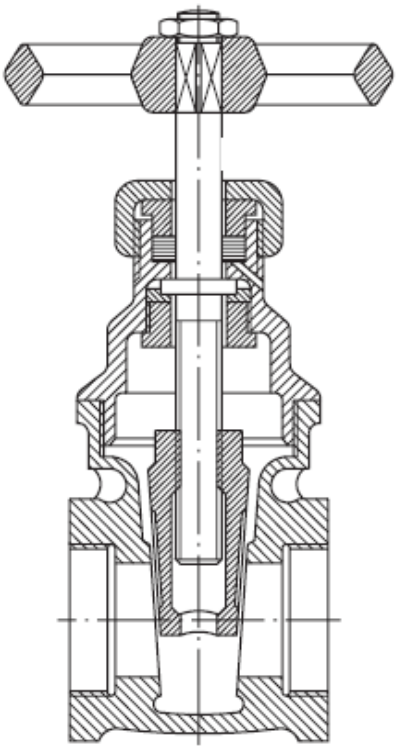
8. Corte

O corte é um recurso utilizado em desenho técnico, onde, para melhor representar a parte de uma peça (ou de um conjunto), esta peça(ou este conjunto) foi supostamente cortada por um plano secante, imaginário, e a parte anterior a este plano removida, deixando á mostra o interior da peça.

De acordo com a complexidade ou com a forma da peça, o corte a ser aplicado poderá ser:

- PLENO ou TOTAL
- MEIO CORTE
- EM DESVIO
- PARCIAL
- REBATIDO





Analise as duas figuras anteriores, você forma uma idéia do aspecto exterior do objeto melhor detalhado em qual desenho?
O desenho esquerdo mostra o interior do objeto, por meio da linha tracejada estreita, enquanto do da direita através de corte.

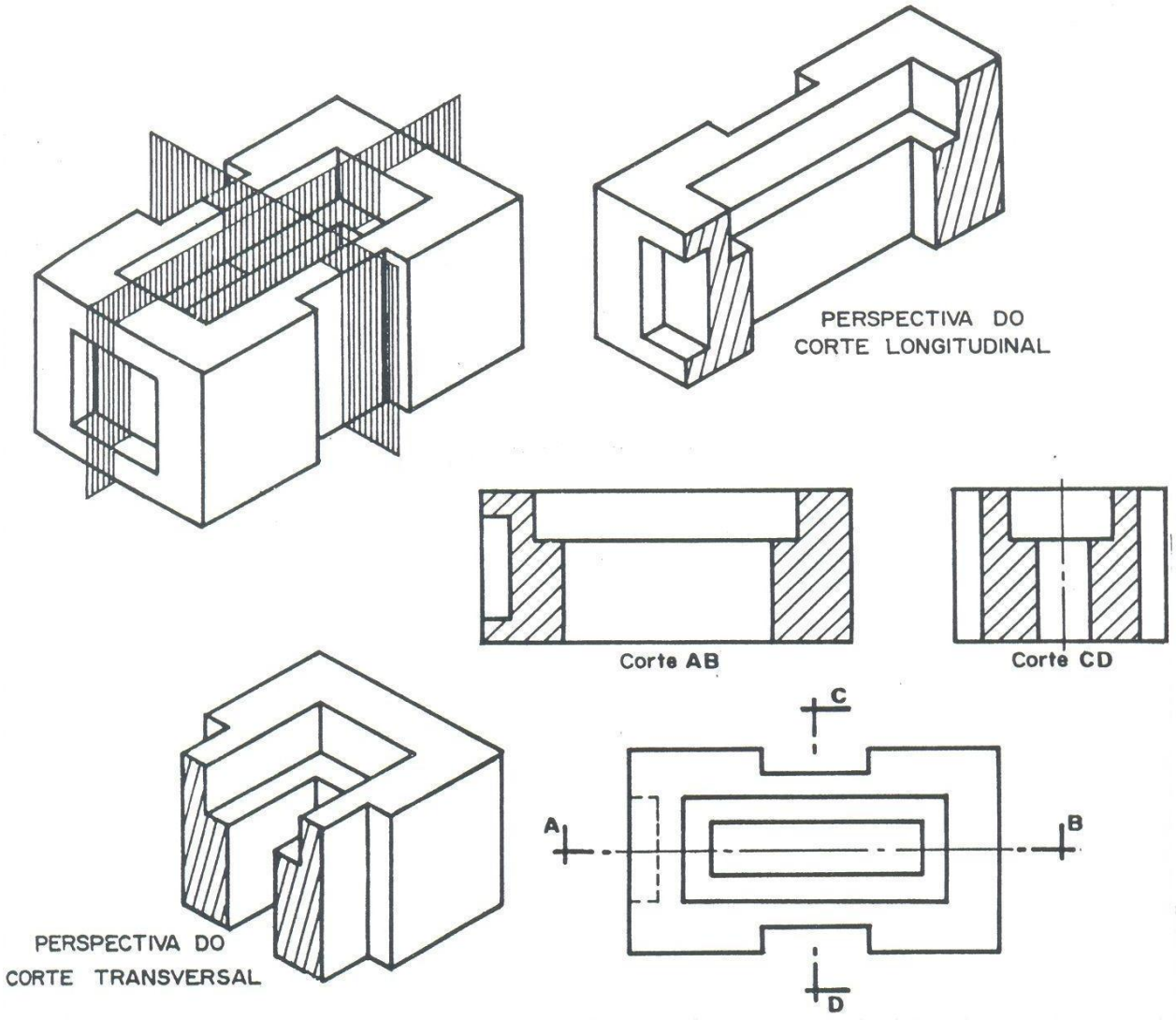
Em Mecânica se utilizam modelos representados em corte para facilitar o estudo da estrutura interna e do funcionamento de uma peça.
Mas, nem sempre é possível aplicar cortes reais nos objetos, para seu estudo. Em certos casos, você deve apenas imaginar que os cortes foram feitos. É o que acontece em desenho técnico mecânico.

Na indústria, a representação em corte só é utilizada quando a complexidade dos detalhes internos da peça torna difícil sua compreensão por meio da representação normal, como você viu no caso do registro de gaveta.

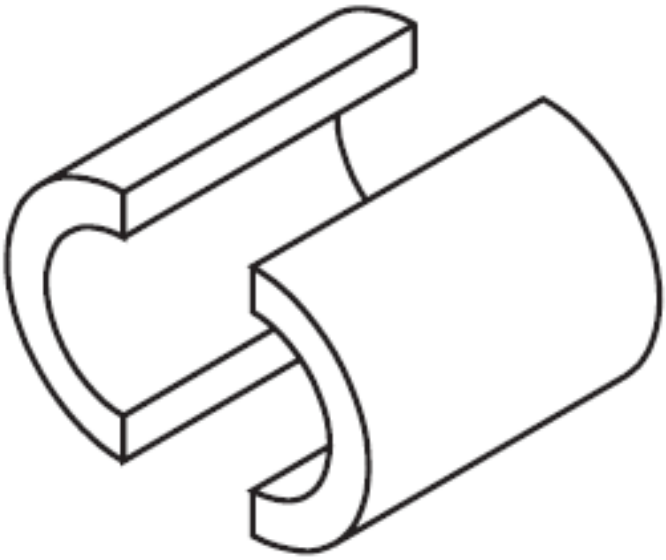
Corte Pleno ou Total

Corte total é aquele que atinge a peça em toda a sua extensão.

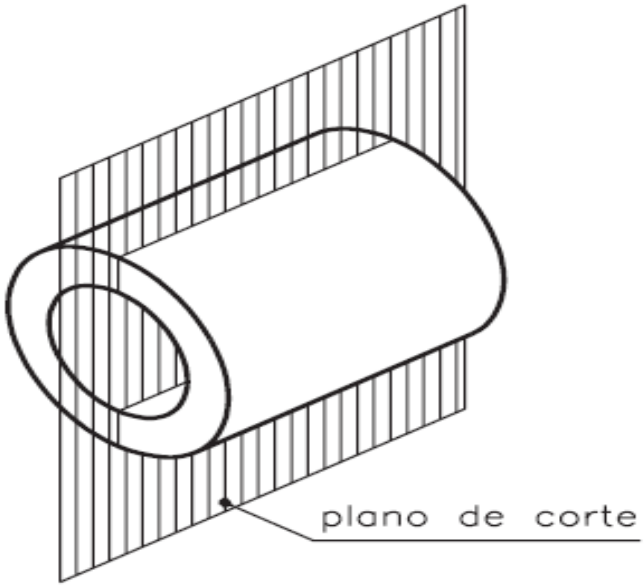
Poderá ser longitudinal, quando o corte for aplicado no sentido do comprimento da peça ou transversal, quando aplicado no sentido da largura da peça. Perceba e analise o exemplo abaixo.



Os cortes são imaginados e representados sempre que for necessário mostrar elementos internos da peça ou elementos que não estejam visíveis na posição em que se encontra o observador.



Você deve considerar o corte realizado por um plano de corte, também imaginário.
No caso de corte total, o plano de corte atravessa completamente a peça, atingindo suas partes maciças, como mostra a figura a seguir.

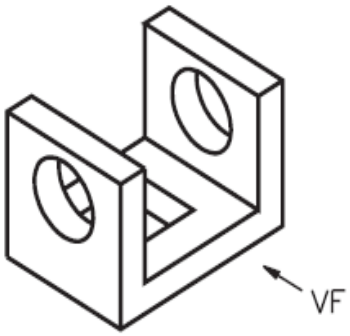


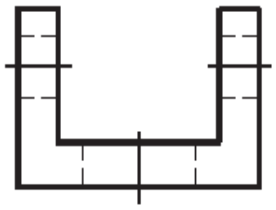
Corte nas vistas do desenho técnico

Os cortes podem ser representados em qualquer das vistas do desenho técnico mecânico. A escolha da vista onde o corte é representado depende dos elementos que se quer destacar e da posição de onde o observador imagina o corte.

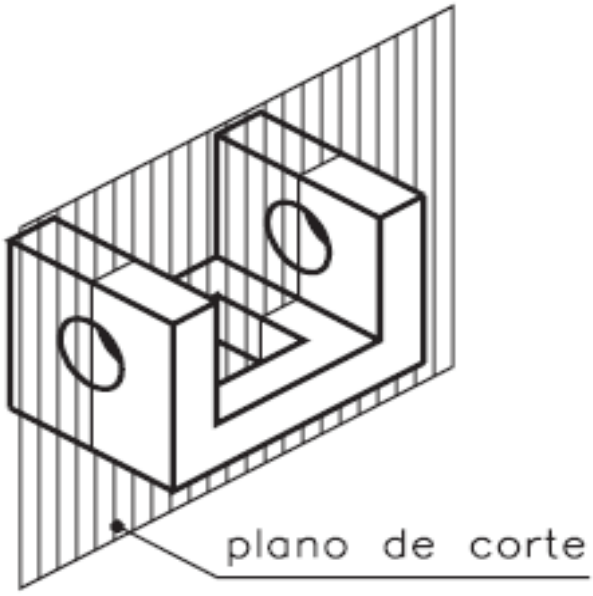
Corte na vista frontal

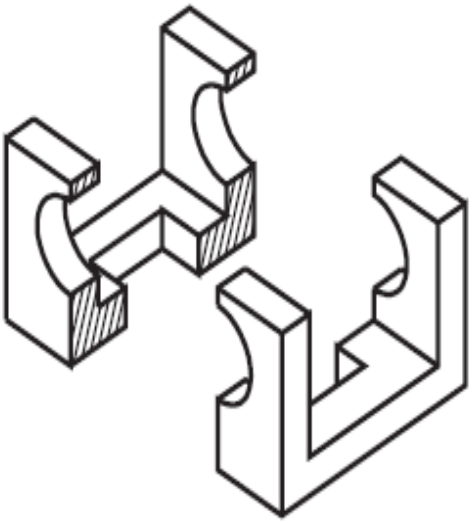
Considere o modelo abaixo, visto de frente por um observador.

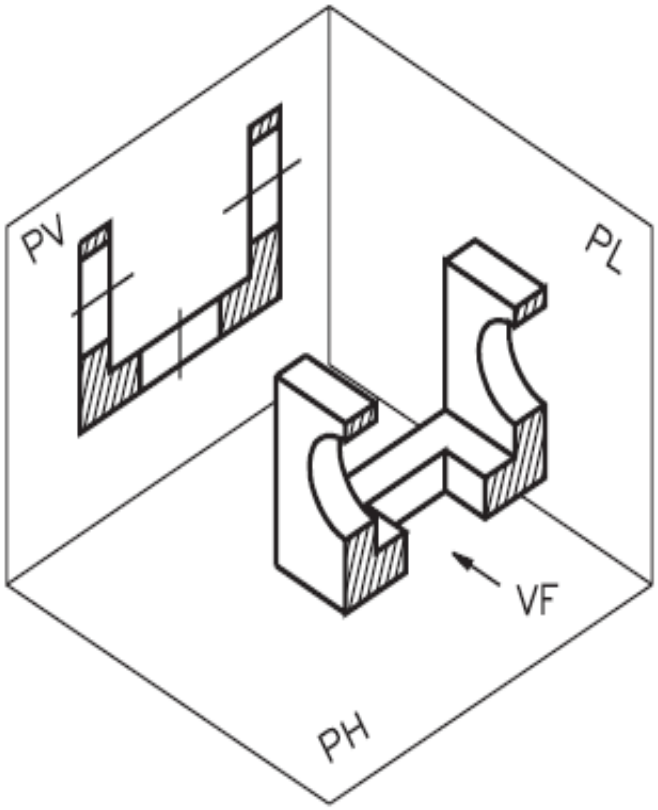


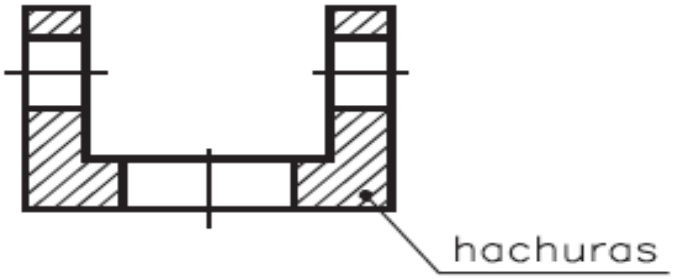


O plano de corte paralelo ao plano de projeção vertical é chamado plano longitudinal vertical. Este plano de corte divide o modelo ao meio, em toda sua extensão, atingindo todos os elementos da peça.
Veja as partes em que ficou dividido o modelo atingido pelo plano de corte longitudinal vertical.
Imagine que a parte anterior do modelo foi removida. Assim, você poderá analisar com maior facilidade os elementos atingidos pelo corte. Acompanhe a projeção do modelo secionado no plano de projeção vertical.





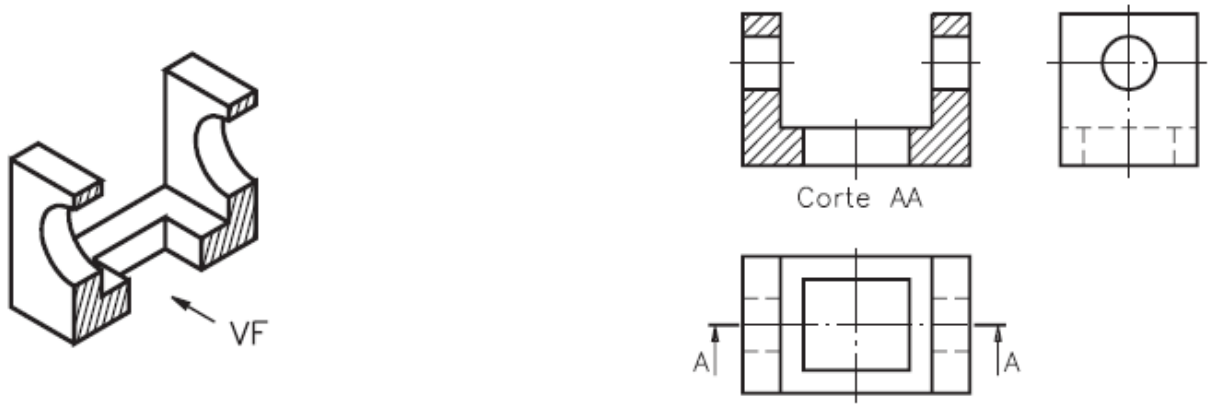




As partes maciças do modelo, atingidas pelo plano de corte, são representadas hachuradas.
Neste exemplo, as hachuras são formadas por linhas estreitas inclinadas e paralelas entre si.
As hachuras são formas convencionais de representar as partes maciças atingidas pelo corte. A ABNT estabelece o tipo de hachura para cada material.
Mais adiante, você conhecerá a norma técnica que trata deste assunto.
O tipo de hachura usado no desenho anterior indica que o material empregado na confecção deste modelo é metal.
Os furos não recebem hachuras, pois são partes ocas que não foram atingidas pelo plano de corte. Os centros dos furos são determinados pelas linhas de centro, que também devem ser representadas nas vistas em corte.

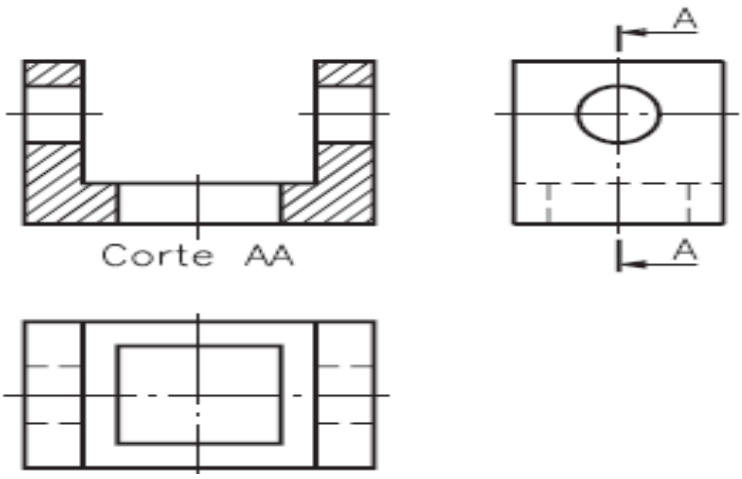
Indicação do plano de corte

Observe novamente o modelo secionado e, ao lado, suas vistas ortográficas.



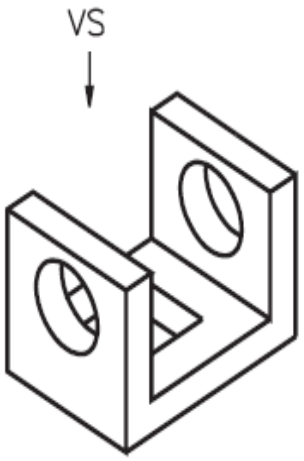
A vista superior e a vista lateral esquerda não devem ser representadas em corte porque o observador não as imaginou atingidas pelo plano de corte. A vista frontal está representada em corte porque o observador imaginou o corte vendo o modelo de frente.
Sob a vista representada em corte, no caso a vista frontal, é indicado o nome do corte: Corte AA.

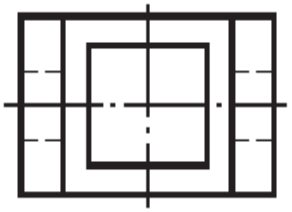
Observe, na figura anterior, que a vista superior é atravessada por uma linha-traço e ponto estreita, com dois traços largos nas extremidades. Esta linha indica o local por onde se imaginou passar o plano de corte.
As setas sob os traços largos indicam a direção em que o observador imaginou o corte.
As letras do alfabeto, próximas às setas, dão o nome ao corte. A ABNT determina o uso de duas letras maiúsculas repetidas para designar o corte: AA, BB, CC etc.
Quando o corte é representado na vista frontal, a indicação do corte pode ser feita na vista superior, como no exemplo anterior, ou na vista lateral esquerda, como mostra a ilustração a seguir.



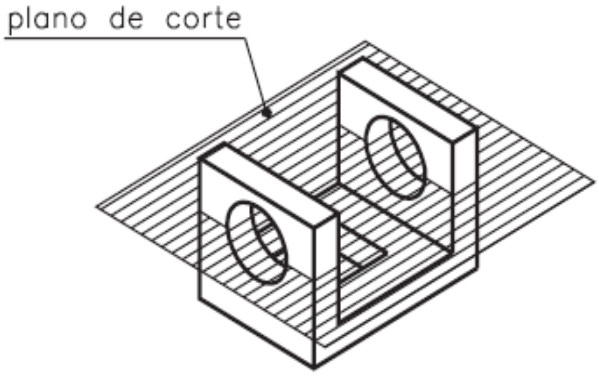
Corte na vista superior

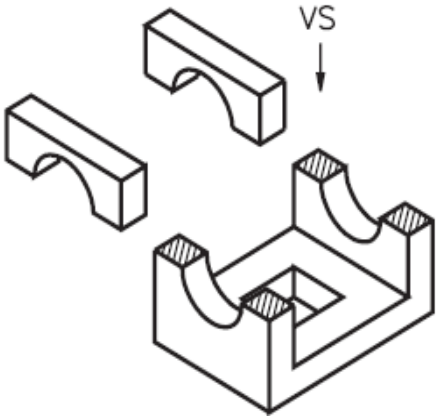
Como o corte pode ser imaginado em qualquer das vistas do desenho técnico, agora você vai aprender a interpretar cortes aplicados na vista superior.
Imagine o mesmo modelo anterior visto de cima por um observador.

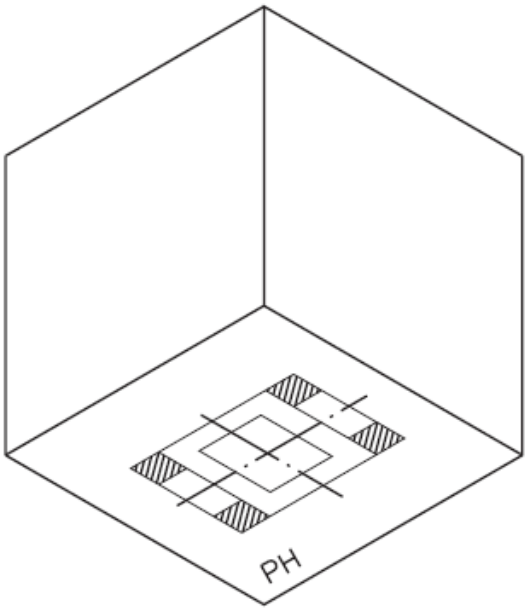


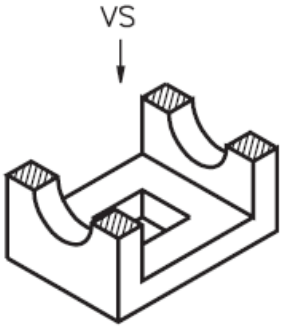


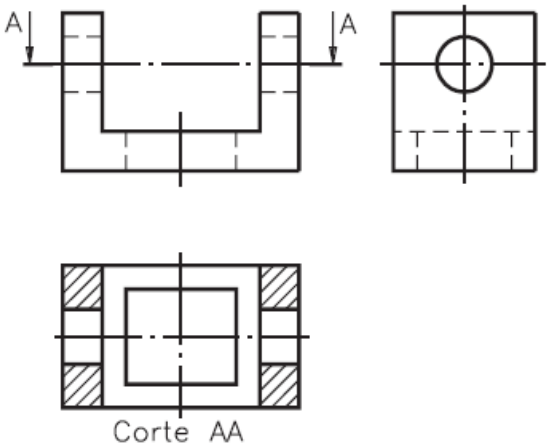
Este plano de corte, que é paralelo ao plano de projeção horizontal, é chamado plano longitudinal horizontal. Ele divide a peça em duas partes. Com o corte, os furos redondos, que antes estavam ocultos, ficaram visíveis.
Imagine que o modelo foi removido. Veja como fica a projeção do modelo no plano horizontal.







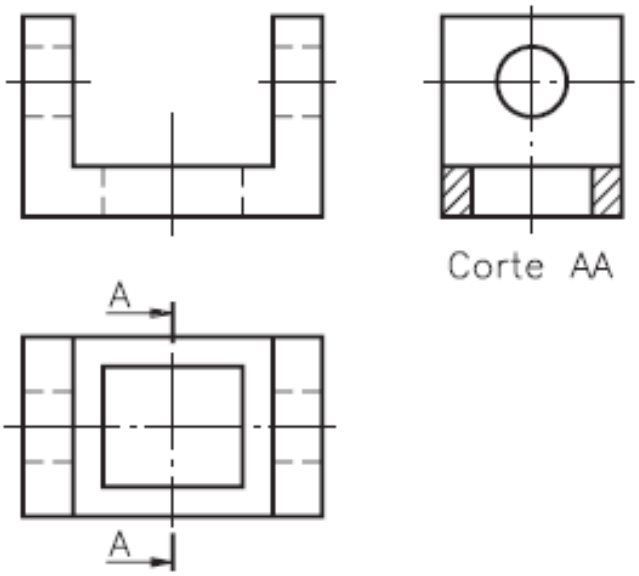




O corte aparece representado na vista superior. As partes maciças atingidas pelo corte foram hachuradas.
A vista frontal e a vista lateral esquerda estão representadas sem corte, porque o corte imaginado atingiu apenas a vista superior.
O nome do corte: Corte AA aparece sob a vista superior, que é a vista representada em corte.
A indicação do plano de corte, na vista frontal, coincide com a linha de centro dos furos redondos.
As setas, ao lado das letras que dão nome ao corte, indicam a direção em que o corte foi imaginado.
Quando o corte é imaginado na vista superior, a indicação do local por onde passa o plano de corte pode ser representada na vista frontal ou na vista lateral esquerda.

Corte na vista lateral esquerda

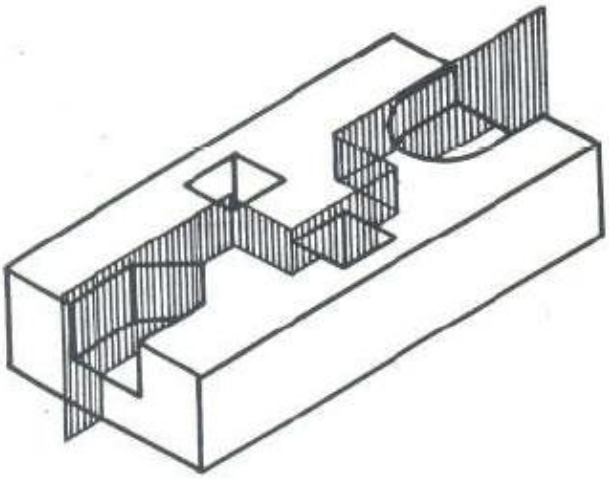
Observe mais uma vez o modelo com dois furos redondos e um furo quadrado na base. Imagine um observador vendo o modelo de lado e um plano de corte vertical atingindo o modelo, conforme a figura a seguir.

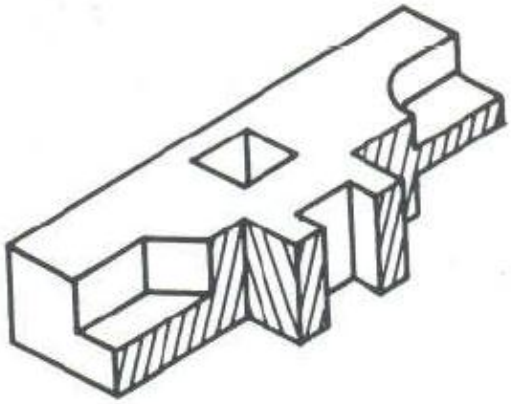


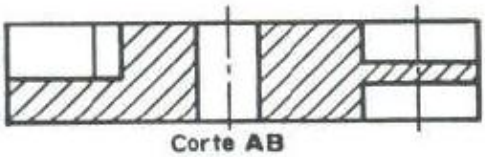
O plano de corte, que é paralelo ao plano de projeção lateral, recebe o nome de plano transversal.
Na vista lateral, o furo quadrado, atingido pelo corte, aparece representado pela linha para arestas e contornos visíveis. As partes maciças, atingidas pelo corte, são representadas hachuradas.
O furo redondo, visível pelo observador, também é representado pela linha para arestas e contornos visíveis. Nas vistas ortográficas deste modelo em corte transversal, a vista frontal e a vista superior são representadas sem corte. Quando o corte é representado na vista lateral, a indicação do plano de corte tanto pode aparecer na vista frontal como na vista superior.

Corte em Desvio

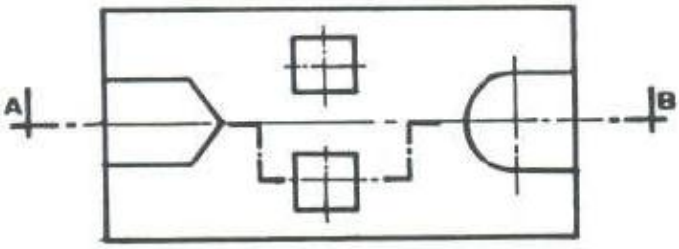
É aplicado quando em uma peça em que se deseja efetuar um corte, existir uma ou mais detalhes, em que se simplesmente for aplicado um corte total, estes detalhes não serial atingidos pelo plano secante por estarem fora do alcance do mesmo. Neste caso desvia-se a 90º o plano secante que se possa atingir os detalhes, podendo desviar-se tantas vezes quantas forem necessário.





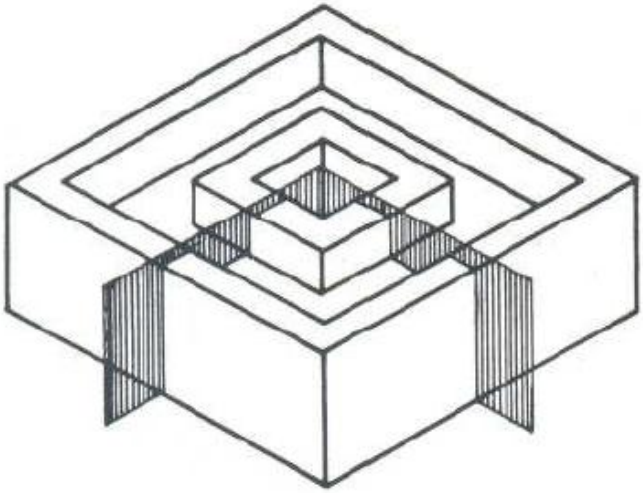


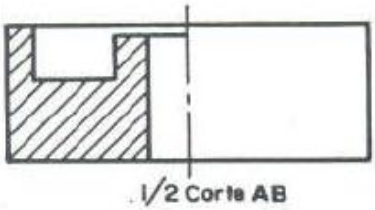
Corte AB

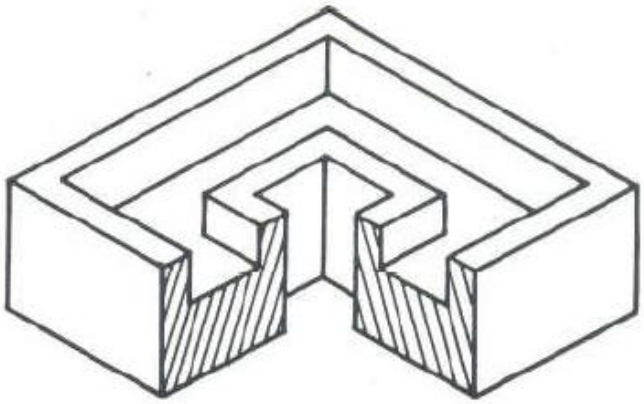


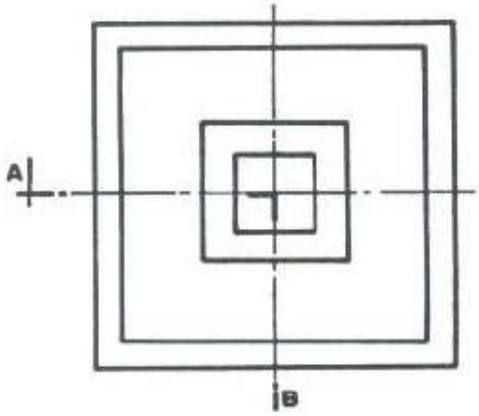
Meio Corte

Este tipo de corte é aplicado especificamente em peças simétricas, permitindo mostrar metade da vista em corte (parte interna da peça), e a outra metade em vista externa, com omissão do tracejado, salvo em casos em que a representação das linhas tracejadas venham facilitar para uma melhor leitura e interpretação do desenho.



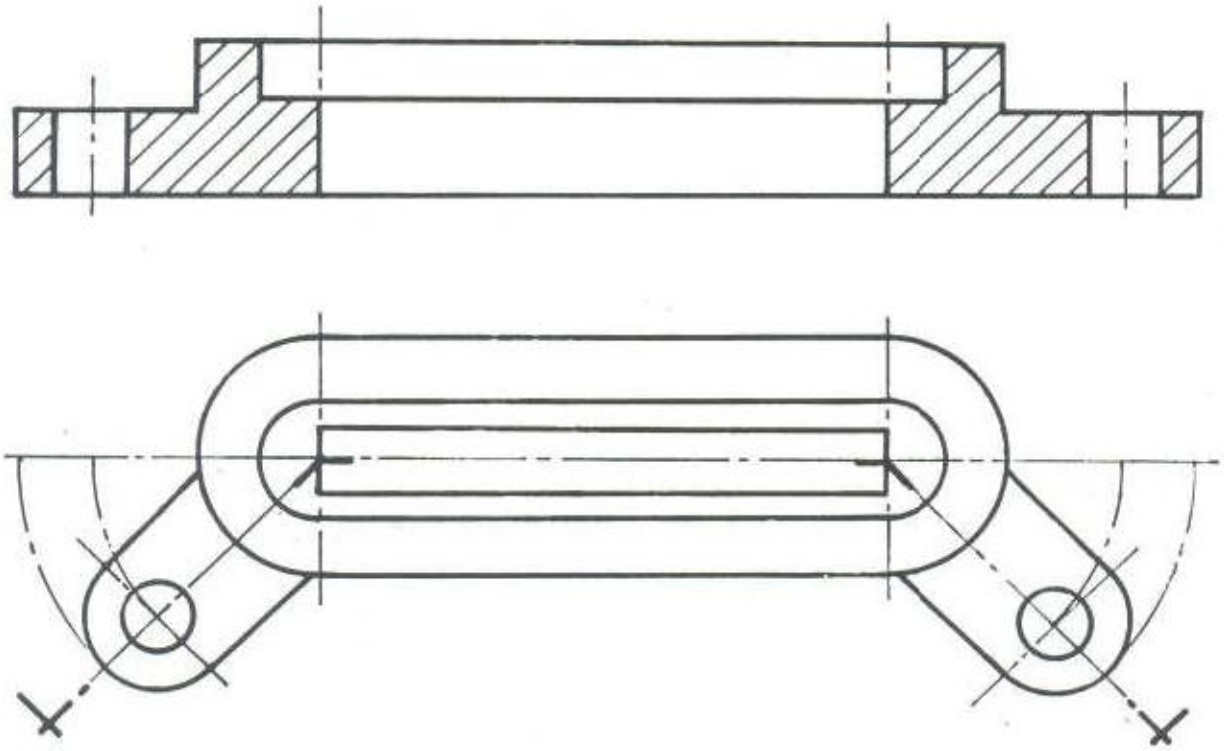






Corte Rebatido

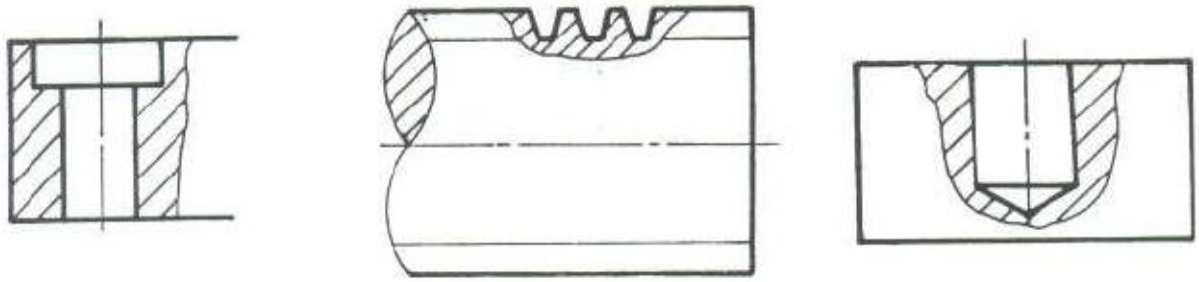
É conseqüência da rotação de detalhes situados oblíquos com relação à horizontal, visando representar sem deformação os detalhes assim situados.



Corte Parcial

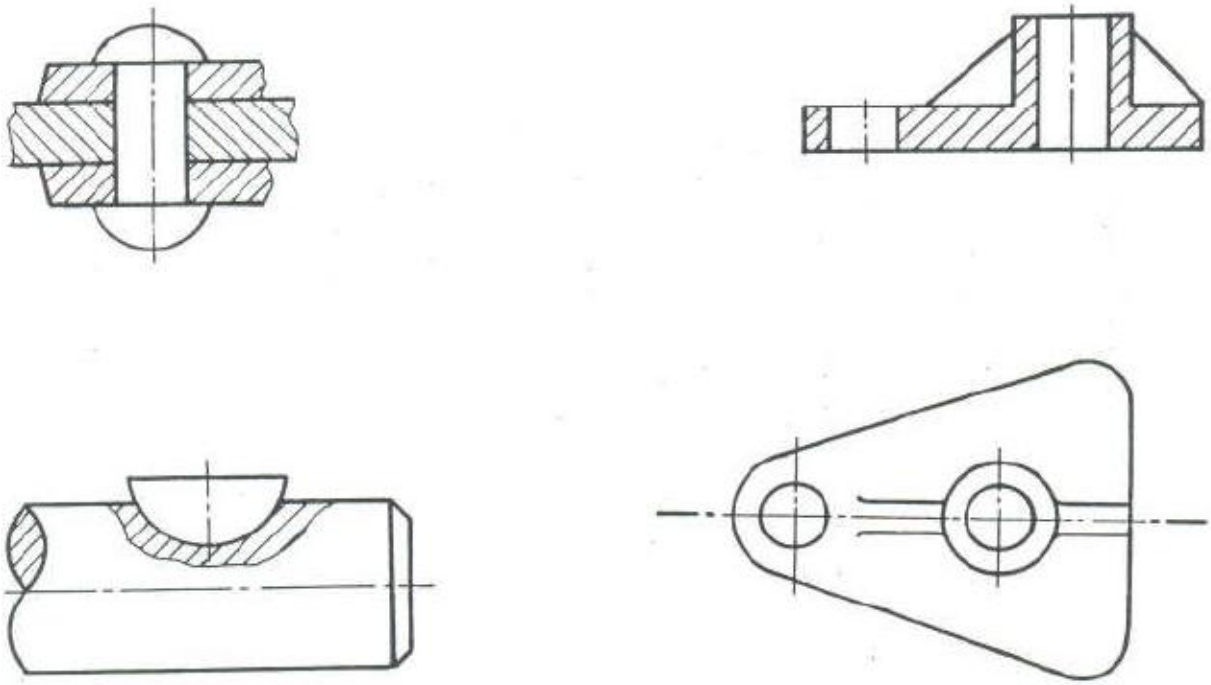
Aplica-se este corte, quando deseja-se focalizar algum detalhe interno da peça em estudo, que pela sua configuração não justifica a aplicação de nenhum dos cortes anteriormente conceituados.

O corte parcial é finalizado por uma linha de ruptura.



Omissão de Corte

Elementos tais como: Pinos, rebites, chavetas, eixos, parafusos, esferas, nervuras, não são representados hachurados nos cortes e seções, quando atingidos longitudinalmente pela linha de corte.

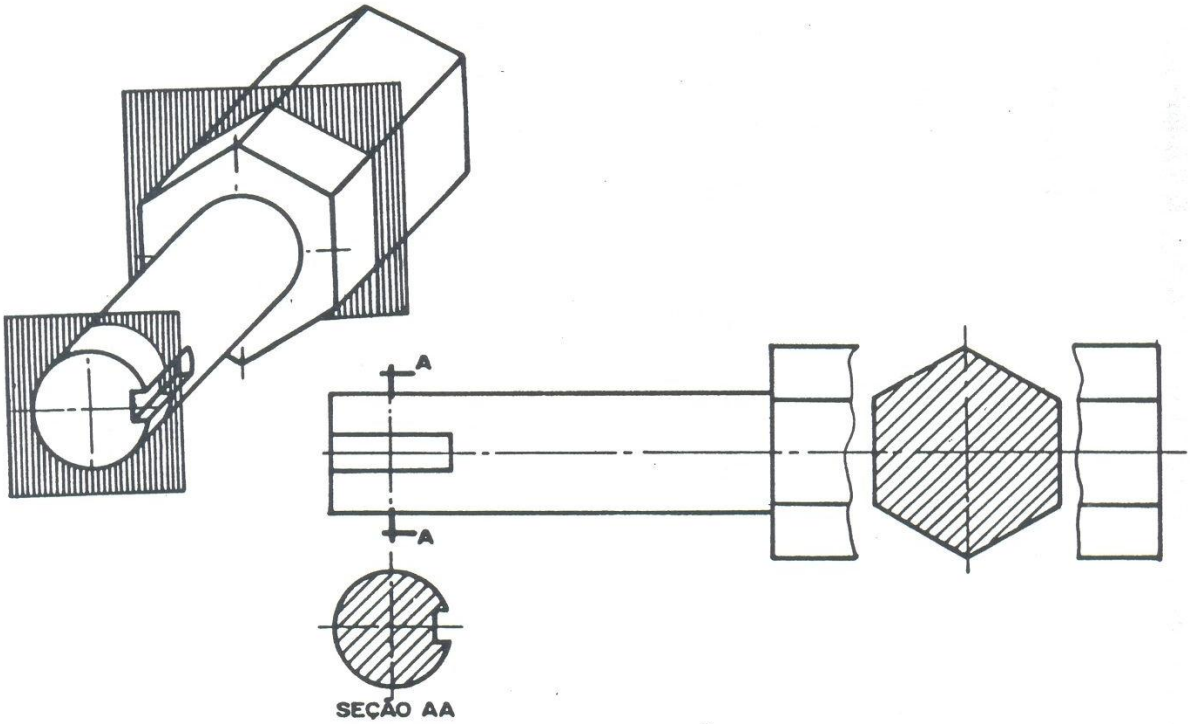


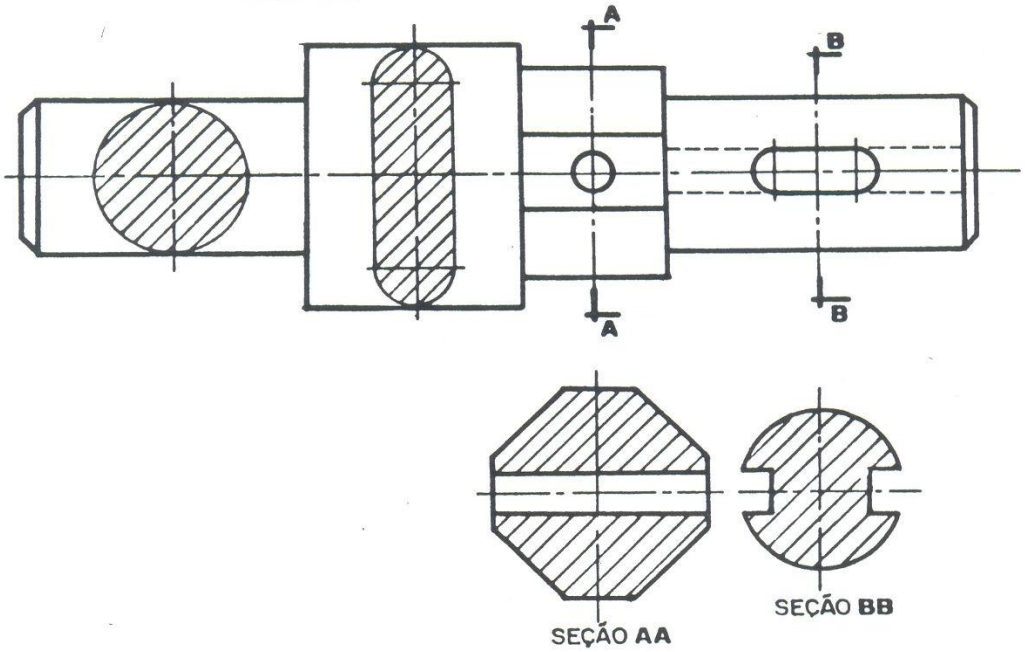
Seção

Diferenciando CORTE de SEÇÃO, através de definição, teríamos:

CORTE – é a representação gráfica da interseção de uma superfície (plano secante) com o objeto em estudo, assim como da parte situada posterior a esta interseção.
SEÇÃO – é a representação gráfica, tão-somente, da interseção de uma superfície (plano secante) com o objeto em estudo.

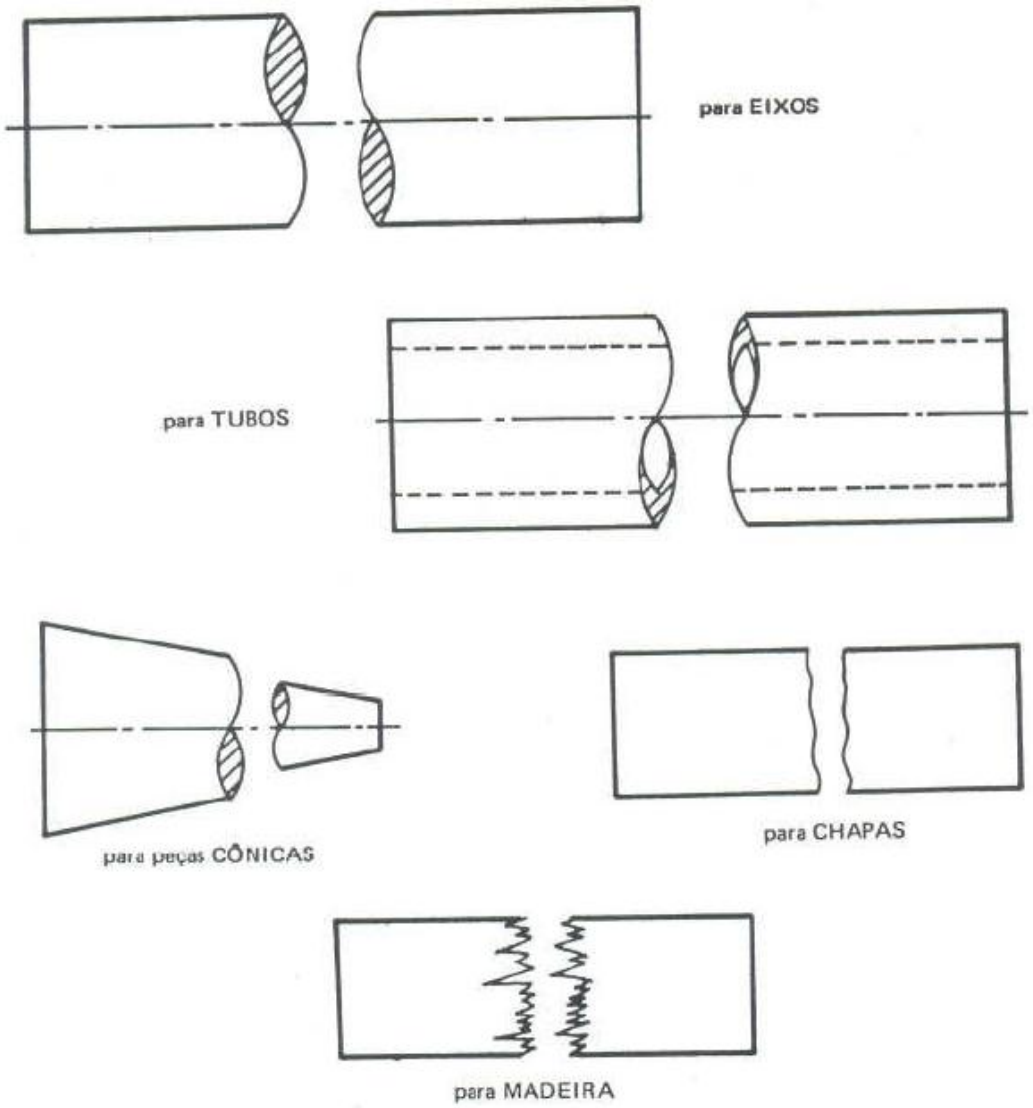
As seções poderão ser representadas sobre a vista, com interrupção da vista, ou rebatidas fora da vista, dependendo da situação.





Rupturas

As rupturas são aplicadas em peças de seção longitudinal longas e uniformes, como eixos, chapas, tubos, etc., imaginando-se a peça partida e tendo sido removida parte de seu comprimento, cortando-se porém a dimensão real do seu comprimento.
O desenho das linhas de ruptura varia em função do material e da forma da peça, como é mostrado abaixo.



Regras de cortes

1. Elementos tais como: eixos, pinos, parafusos, porcas, dentes de engrenagem, chavetas, rebites e nervuras, quando seus eixos longitudinais estiverem no plano de corte, não serão cortados, portanto, não serão hachurados.

2. Nas vistas em corte não se deve colocar linhas tracejadas. As arestas invisíveis que estão situadas além do plano de corte só devem ser representadas se forem necessárias à compreensão da peça.

3. A disposição das vistas em corte deve seguir a mesma disposição das vistas principais.

4. Em peças simples, nas quais seja óbvio a localização da posição do plano de corte, pode ser dispensado o desenho da linha de corte.

5. Quando o corte da peça for constituído de planos secantes paralelos, as hachuras devem ter a mesma direção, porém, serão deslocadas para distinguir os planos de corte.

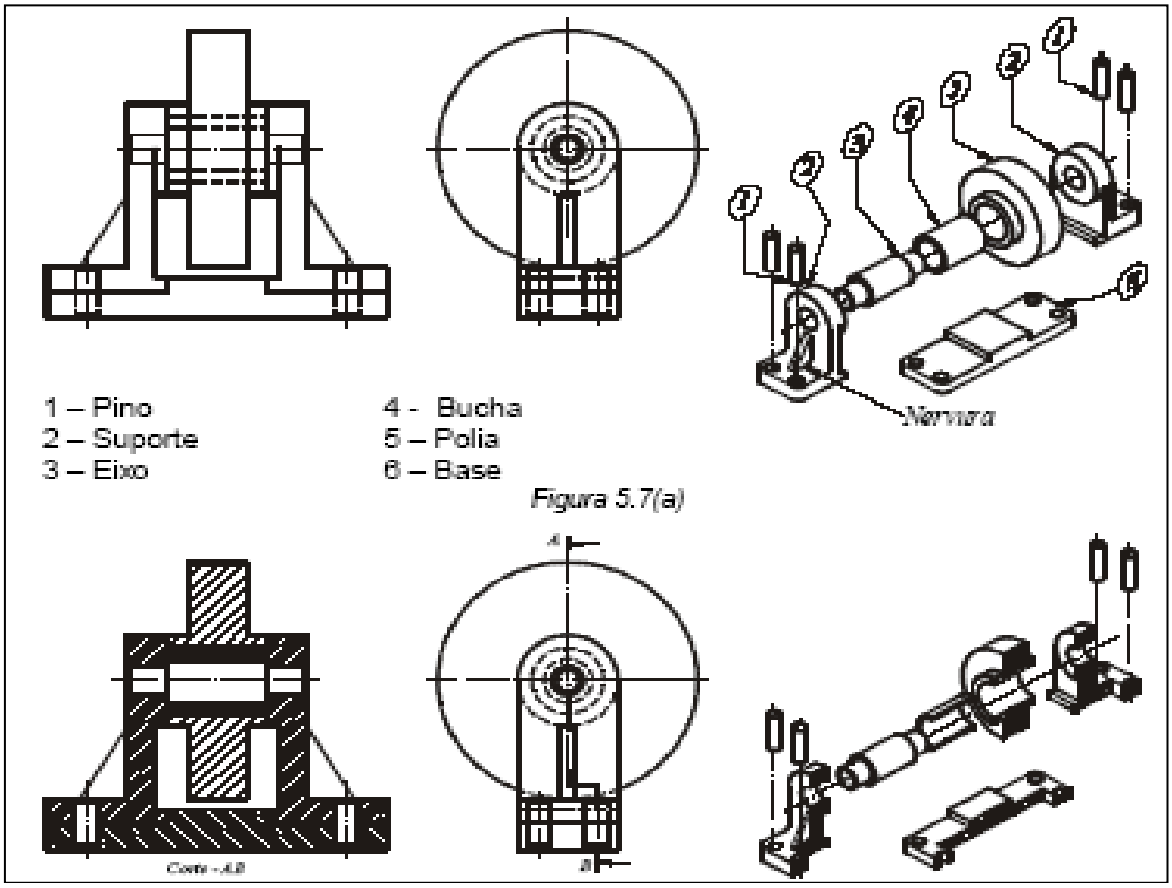
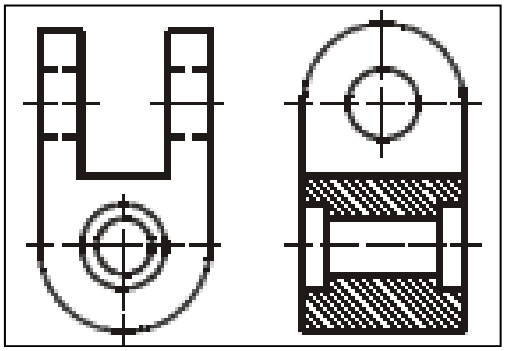
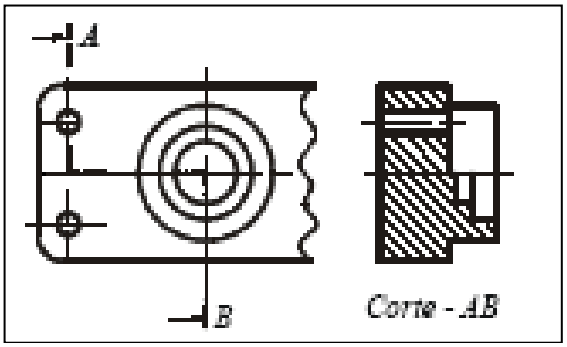
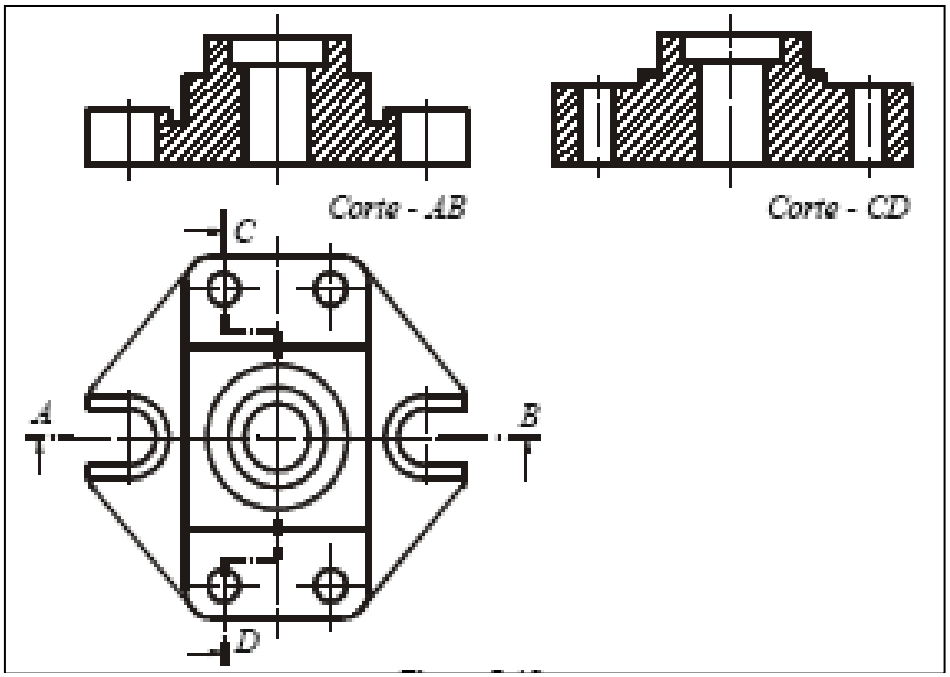
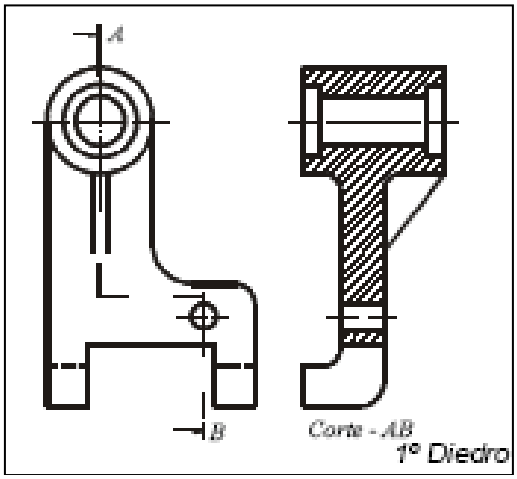


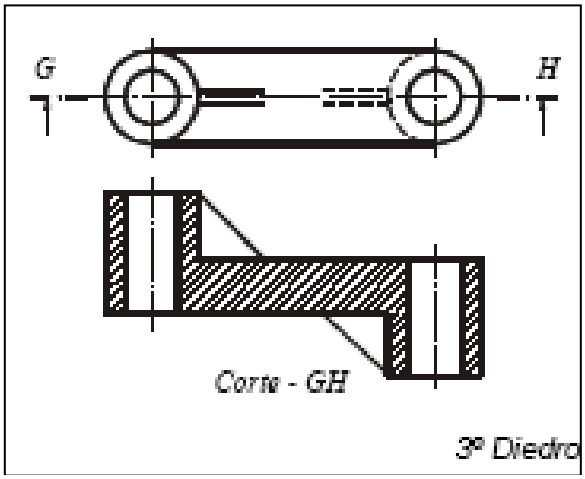
Figura 5.7(a)

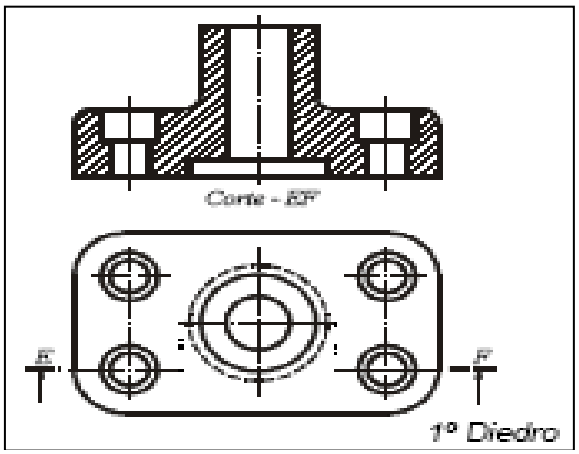


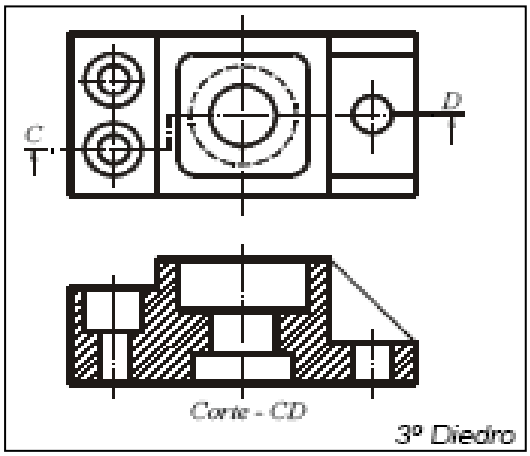



Corte - AB
Corte - CD
C
A
B
D


A
B
Corte - AB
1º Diedro

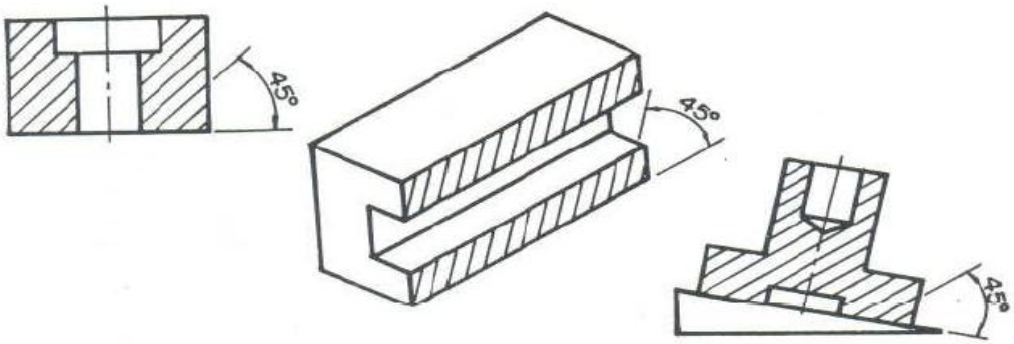

G
H
Corte - GH
3º Diedro


Corte - EF
E
F
1º Diedro


C
D
Corte - CD
3º Diedro

Observações:

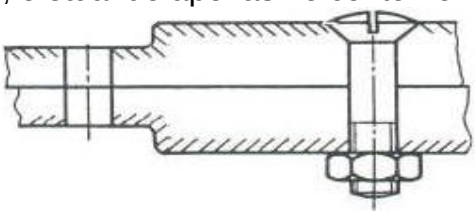
1. As hachuras deverão ser traçadas eqüidistantes, com linha fina, e sempre formando 45º com a superfície da peça, e em uma mesma peça, ainda que em cortes distintos (longitudinal e transversal), deverão ser traçadas unidirecionalmente.



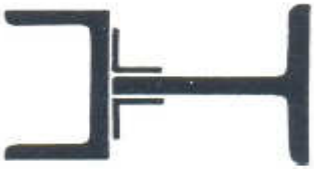
2. Nas vista em corte, convenciona-se não representar as linhas tracejadas dos detalhes não atingidos pelo corte, salvo casos especiais em que tal representação venha colaborar para uma melhor interpretação do desenho.

3.Havendo em um desenho, peças adjacentes e ou sobrepostas representadas em corte, deve-se, ao hachurá-las, diferencia-las pela direção do hachurado, pelo espaçamento entre as hachuras, ou ainda, em ultima hipótese, pela mudança do ângulo do hachurado, sendo o mais indicado para tal, o ângulo de 30º.

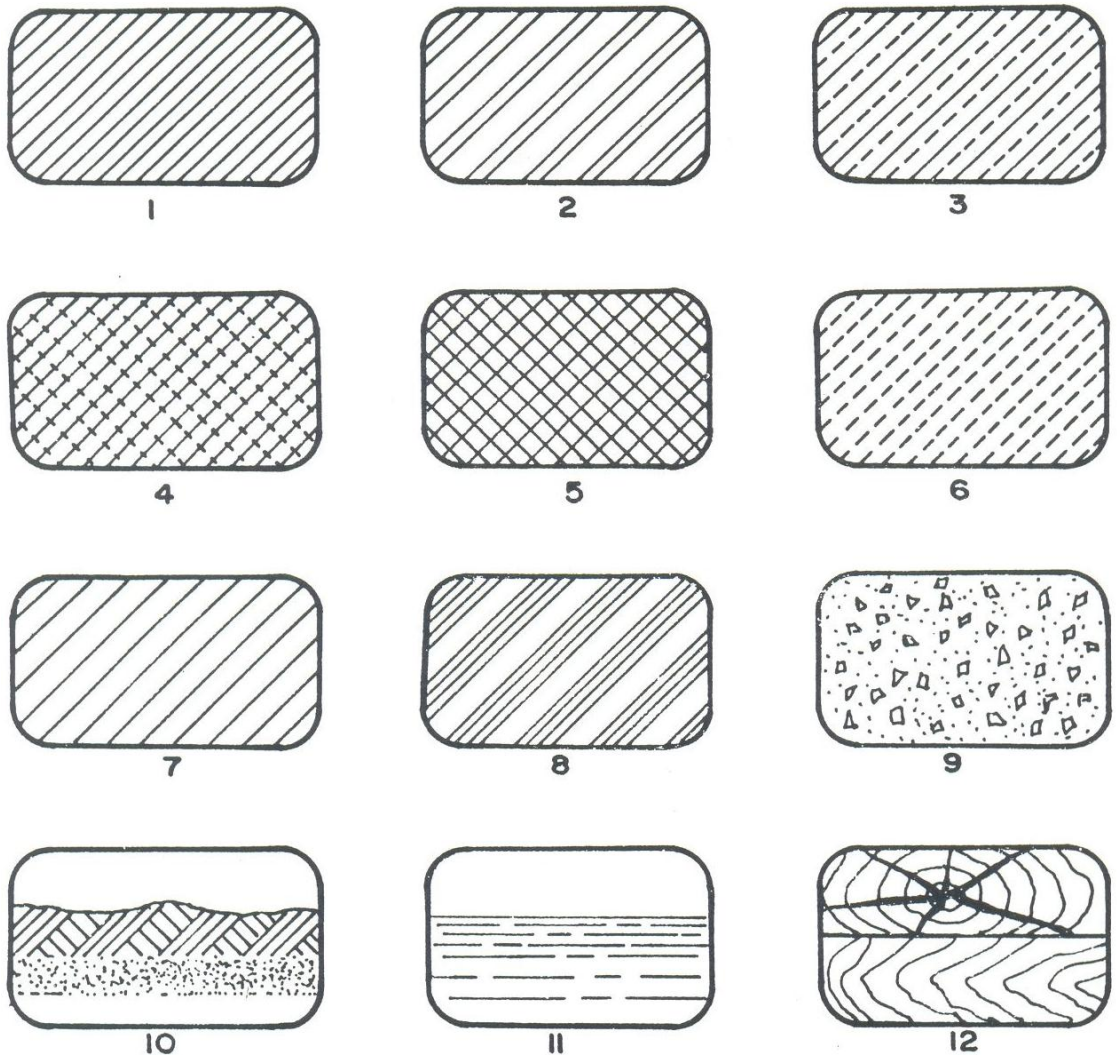
4. Havendo uma área consideravelmente grande a ser hachurada, poder-se-á simplificar o hachurado, efetuando apenas no contorno interno da vista.



5. Ao contrário do exposto no item anterior, se a área a ser hachurada for exígua, ao invés de hachura-la, poder-se-á representa-la enegrecida, e existindo em tal caso peças adjacentes, separá-las por um espaçamento fino em branco entre as mesmas, espaçamento este denominado de linha de luz.



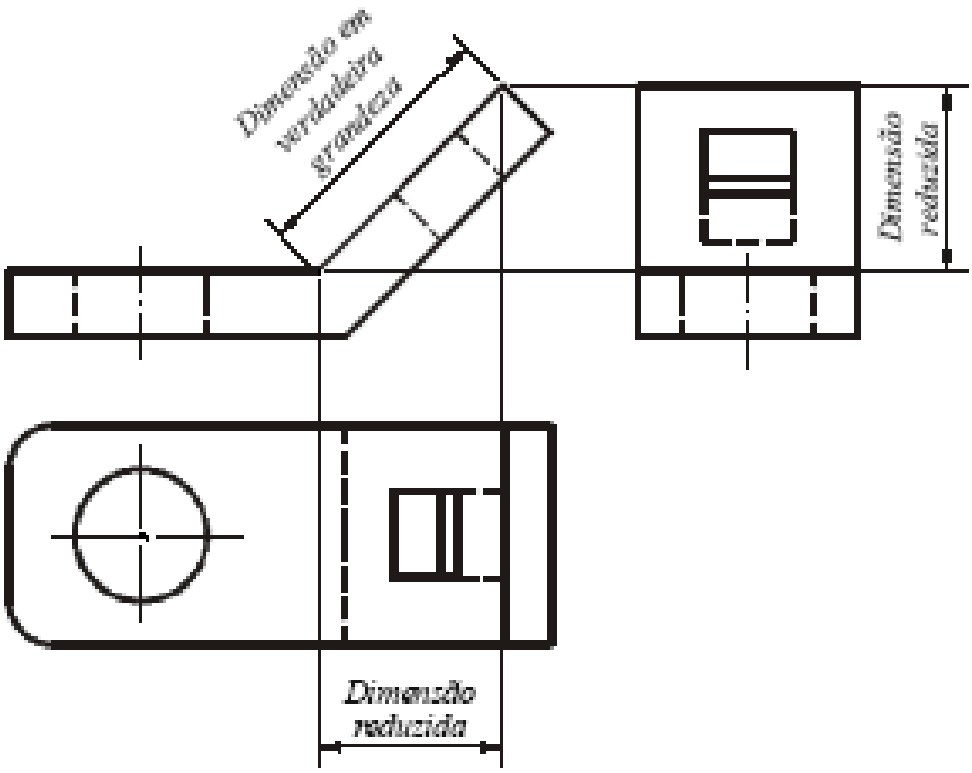
6. Abaixo estão representadas as convenções referentes aos principais materiais. Tais hachuras, apesar de normalizadas, nem sempre são utilizadas industrialmente, havendo indústrias que criam seus próprios padrões de hachuras. A finalidade das hachuras é indicar as partes maciças, evidenciando as áreas de corte.



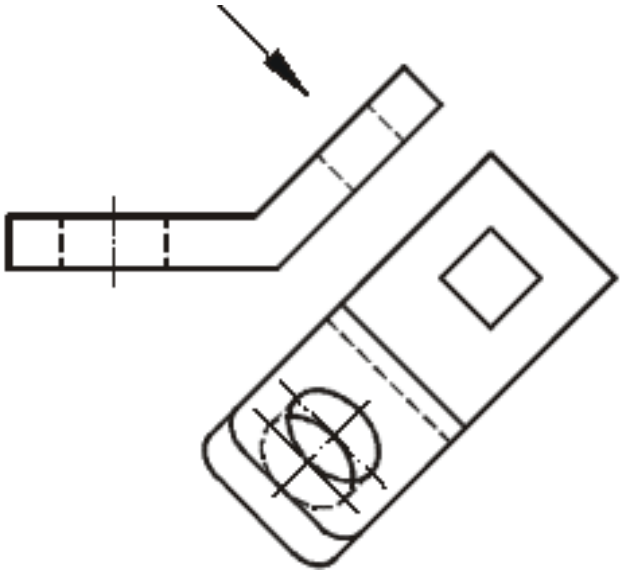
1- Ferro;
2- Aço;
3- Bronze, latão e cobre;
4- Alumínio e ligas leves;
5- Chumbo, zinco;
6- Mármore, vidro, material cerâmico, etc.
7- Alvenaria;
8- Borracha e isolantes;
9- Concreto;
10- Terra;
11- Líquidos;
12- Madeira.

9. Vistas Auxiliares

Devido à utilização de projeções ortogonais, em nenhuma das vistas principais as superfícies inclinadas aparecem representadas em suas verdadeiras grandezas.



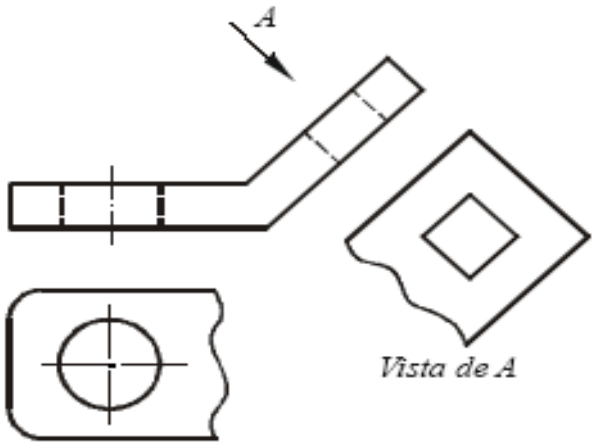
A representação da forma e da verdadeira grandeza de uma superfície inclinada só será possível fazendo a sua projeção ortogonal em um plano paralelo à parte inclinada.

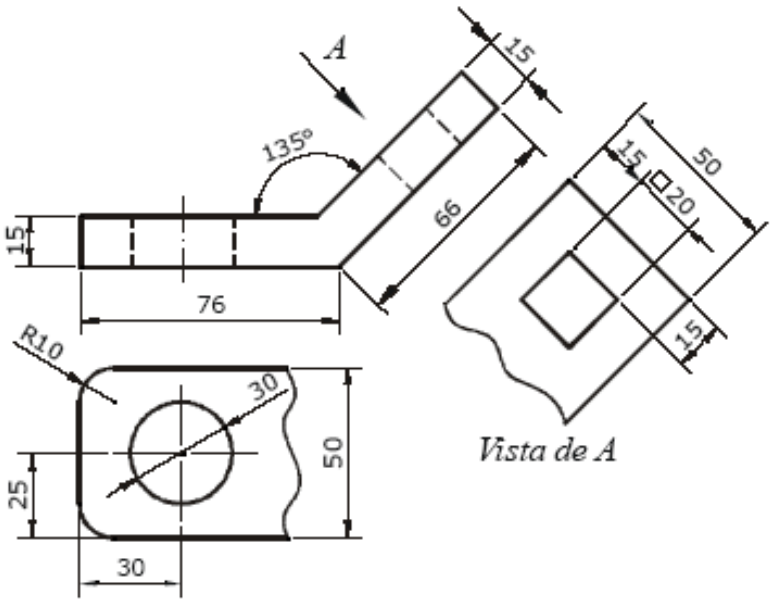


O rebatimento mostrado na Figura é resultante da projeção ortogonal em um plano auxiliar paralelo à face inclinada do objeto e perpendicular ao plano que recebeu a projeção da vista de frente. A projeção feita no plano auxiliar é chamada
de vista auxiliar.

As vistas auxiliares são empregadas para mostrar as formas verdadeiras das superfícies inclinadas contidas nos objetos representados.
Como o desenho técnico tem como objetivo representar com clareza as formas espaciais dos objetos, não tem sentido prático desenhar as partes das vistas que aparecem com dimensões fora das suas verdadeiras grandezas. Desta forma, a ABNT recomenda a utilização de vistas parciais, limitadas por linhas de rupturas, que representam somente as partes que aparecem as formas verdadeiras dos objetos.

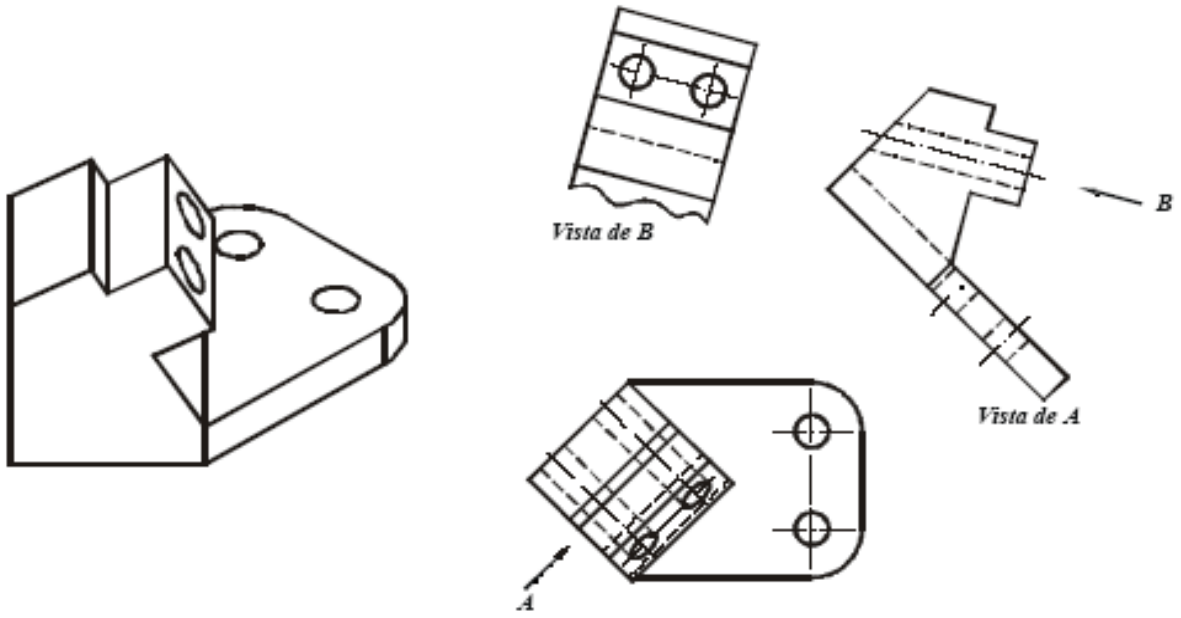
As vistas auxiliares, como são localizadas em posições diferentes das posições resultantes das vistas principais, devem ter o sentido de observação indicado por uma seta designada por uma letra, que será usada para identificar a vista resultante daquela direção.





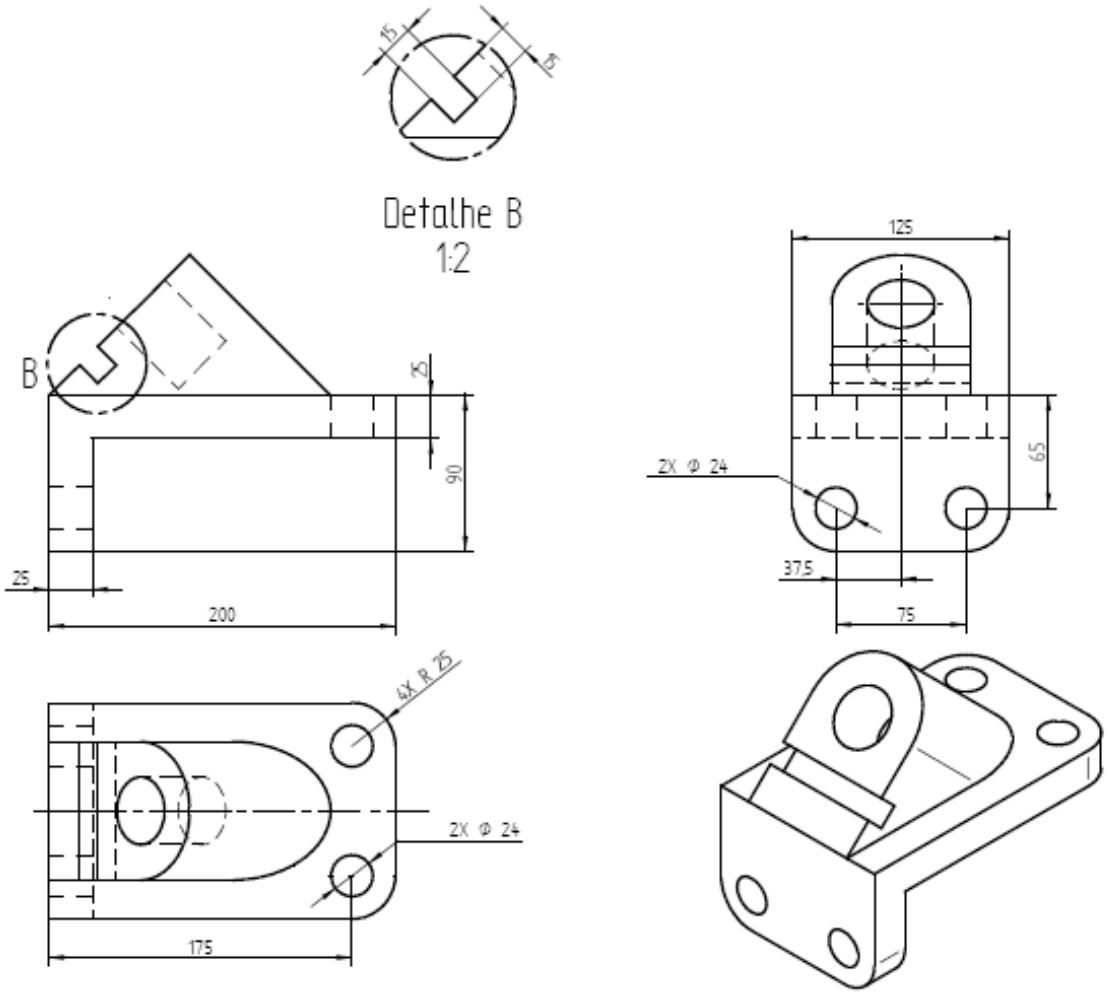
Vistas Auxiliares Duplas

Quando o objeto contiver superfícies inclinadas em relação aos três planos de projeções, serão necessárias duas projeções auxiliares para determinar a verdadeira grandeza da superfície.



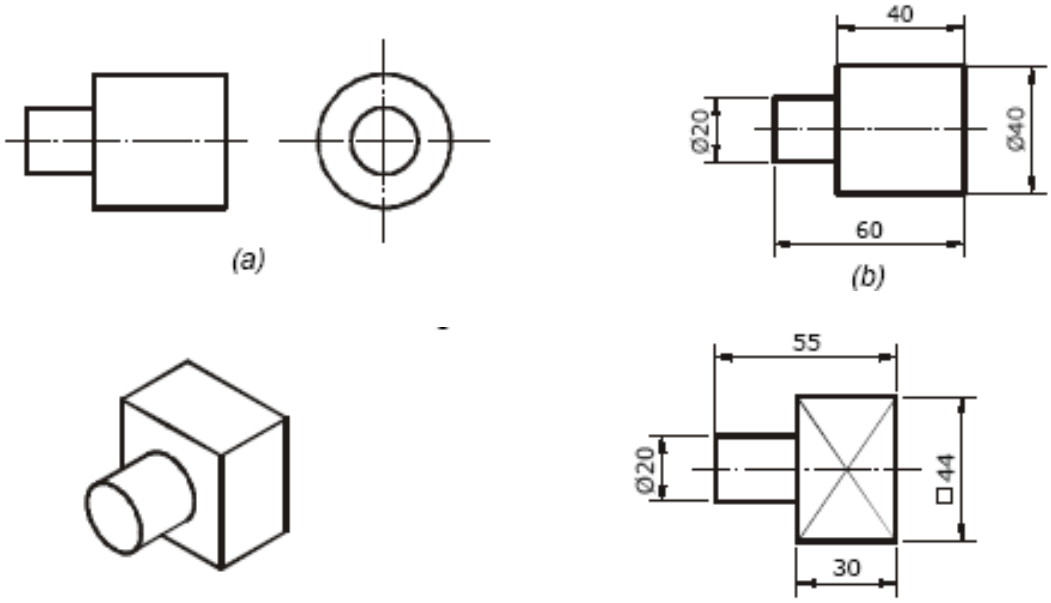
10. Detalhes

Quando temos algo no desenho que não é de fácil visualização ou em tamanho reduzido, podemos utilizar um detalhe para visualizar melhor apenas aquela parte, tanto no tamanho do desenho ou em escala.

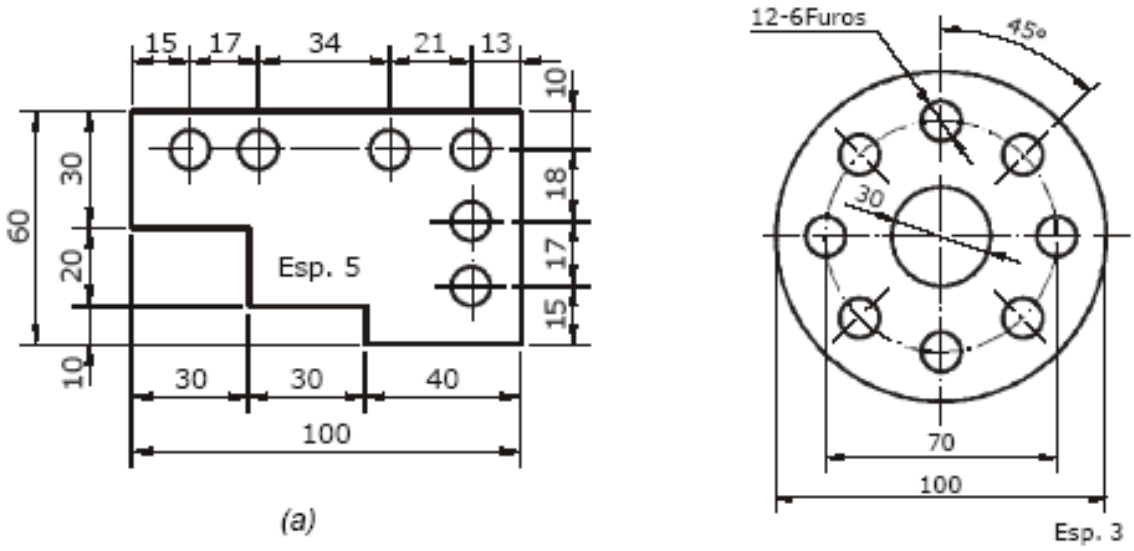


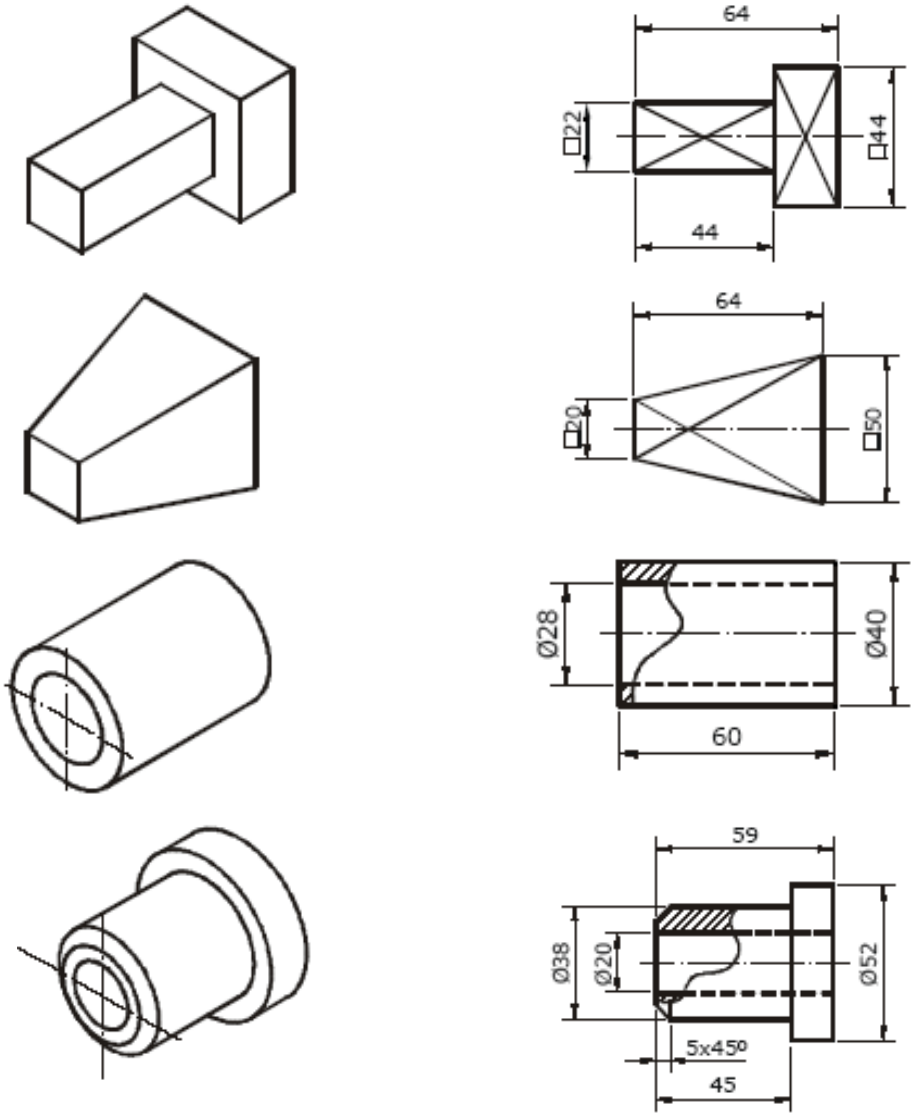
Representações em uma Única Vista

Existem objetos que pela simplicidade de suas formas são plenamente caracterizados por somente duas vistas.



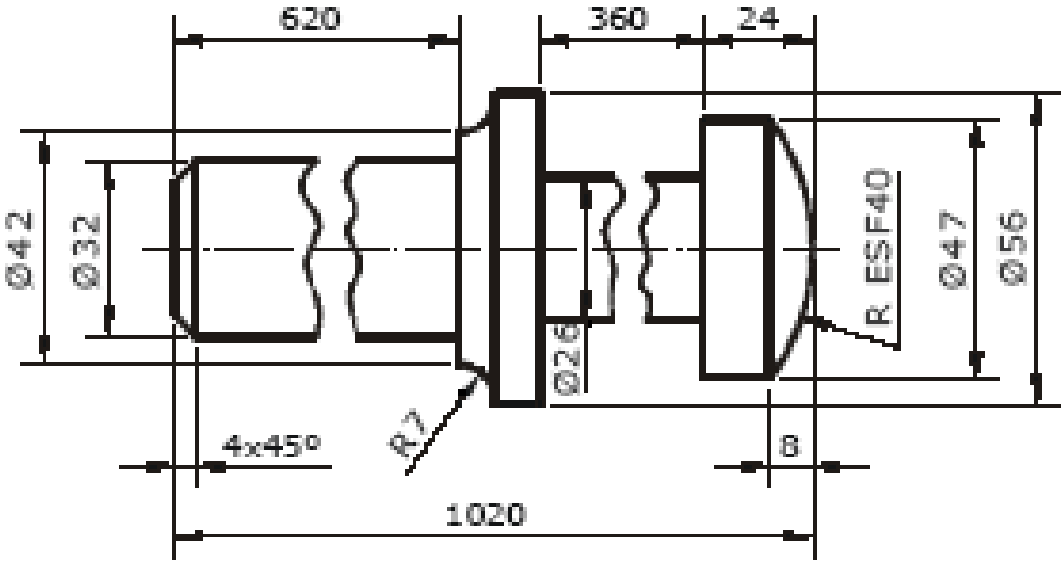
Alguns objetos planos, tais como juntas de vedação, placas etc., desde que não contenham detalhes que necessitem de mais de uma vista, podem ser representados em uma única vista, fazendo-se a identificação das suas espessuras com notas escritas.

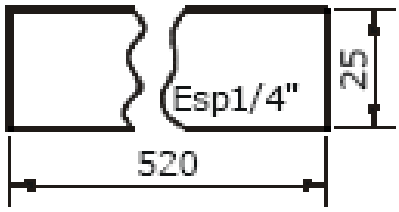


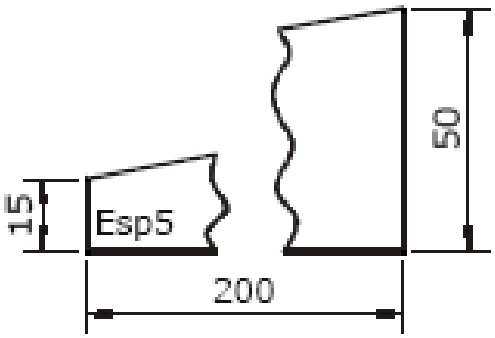

64
□22
□44
44
64
□20
□50
Ø28
Ø40
60
59
Ø38
Ø20
Ø52
5x45º
45

Vistas de Objetos Encurtados

Apesar da peça ser representada encurtada, as linhas de cotas não são interrompidas e o valor da cota corresponde ao valor real da peça integral, conforme mostram as cotas de 620, 360 e 1020.





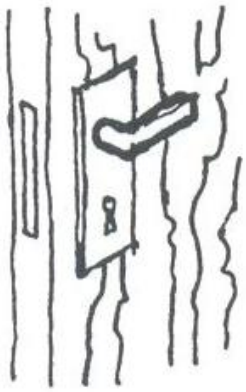


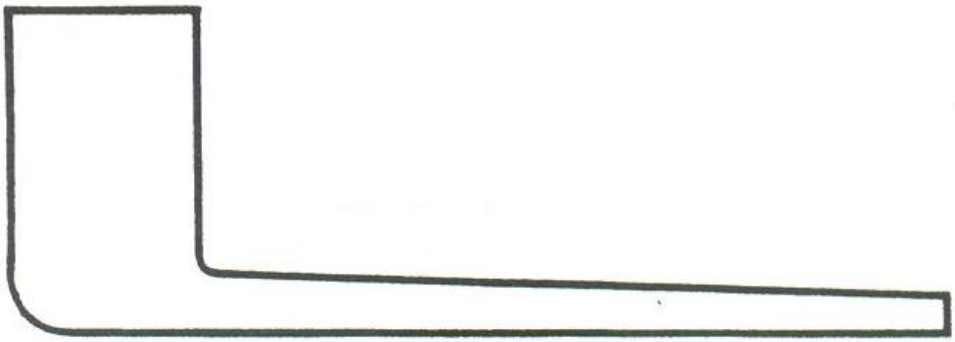
11. Escalas

Para viabilizar a execução dos desenhos, os objetos grandes precisam ser representados com suas dimensões reduzidas, enquanto os objetos, ou detalhes, muito pequenos necessitarão de uma representação ampliada.

Muitas coisas não podem ser desenhadas em suas medidas reais. Você já pensou em desenhar um automóvel em seu verdadeiro tamanho? Certamente gastaria muito papel e. onde seria desenhado? No chão? E se fosse um desses gigantescos prédios de apartamentos da gloriosa civilização industrial?

A maçaneta de uma porta pode ser desenhada em seu tamanho verdadeiro





VISTA SUPERIOR ESCALA 1:1 OU ESCALA NATURAL

A maçaneta pode ser desenhada em tamanho reduzido:

ESCALA 1:5

ESCALA 1:10

Cada 1cm do desenho representa 5 cm da peça.

Para desenhar esta escala divide-se por 5 a verdadeira grandeza das medidas.

As escalas de redução são escritas com o numerador igual à unidade:

$$\frac{1}{5} = \frac{D}{R}$$

UMA MEDIDA NO DESENHO

A MESMA MEDIDA FEITA NO OBJETO (REAL)

As escalas de redução mais usadas são 1:2 (não é recomendada pela A.B.N.T) – 1:2,5 – 1:5 – 1:10 – 1:20 – 1:25- 1:50 – 1:100 – 1:200 – 1:500 – 1:1000

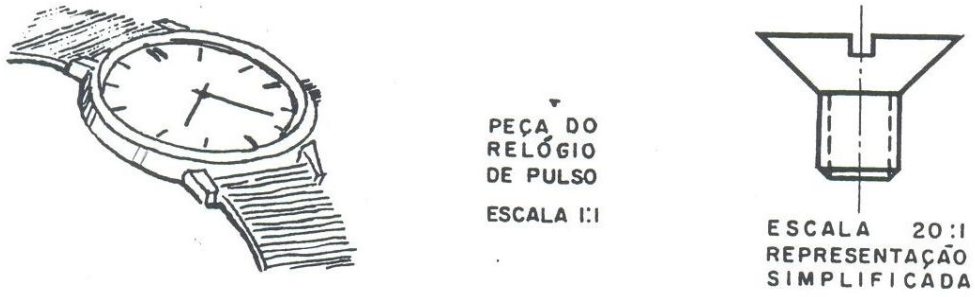
ESCALA é a relação entre cada medida do desenho e a sua dimensão real no objeto.

Dimensão do Desenho Dimensão Real do Objeto

1 : 1 para desenhos em tamnho natural – Escala Natural;
1 : n > 1 para desenhos reduzidos – Escala de Redução;
N > 1 :1 para desenhos ampliados – Escalas de Ampliação.

Categoria	*Escalas recomendadas*		
Escala de Redução	*1 : 2* *1 : 20* *1 : 200* *1 : 2000*	*1 : 5* *1 : 50* *1 : 500* *1 : 5000*	*1 : 10* *1 : 100* *1 : 1000* *1 : 10000*
Escala de Ampliação	*2 : 1* *20 : 1*	*5 : 1* *50 : 1*	*10 : 1*

Além das escalas de redução existem as escalas de ampliação. As minúsculas peças de um relógio não podem ser desenhadas na escala natural e, muito menos, em escala de redução. Eles terão de ser ampliadas, como na figura.

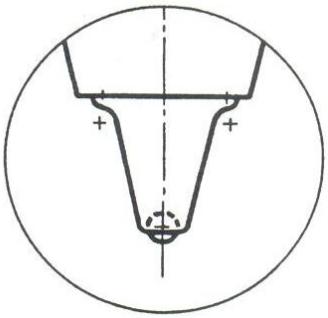


As escalas de ampliação recomendadas são 2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 100:1 etc, de acordo com a NB-13 R – Norma Brasileira de Desenhos Técnicos de Máquinas e de Estruturas Metálicas.
As escalas de redução e de ampliação são chamadas numéricas ou métricas.

As escalas devem ser lidas 1:50(um por cinqüenta), 1:10(um por dez), 1:25(um por vinte e cinco), 10:1(dez por um), etc.
Em desenhos antigos pode-se encontrar, por exemplo, a escala de 0,05(cinco centésimos). Se fizermos as operações encontraremos:
0,05= 5/100= 1/20 ou seja, 1:20 na notação atual.

O 1º segmento à esquerda é dividido em 10 partes iguais para permitir a leitura de grandezas que tenham um algarismo decimal.

A ponta de uma esferográfica pode ser desenhada na escala de 10:1, isto é, uma escala de ampliação.



É lógico que quando se faz a redução ou ampliação fotográfica de um desenho sua escala fica alterada.Uma casa desenhada na escala 1:50 reduzida fotograficamente em 25% de seu tamanho, ficará representada na escala de 1:66,6. Deve-se, pois, ter o máximo cuidado de conferir as escalas numéricas indicadas em livros e revistas. Esse trabalho é dispensável quando o desenho é acompanhado de escala gráfica.

Escala gráfica é a representação da escala numérica

A escala gráfica correspondente a 1:50 é representada por segmentos iguais a 2cm, pois:
1metro: 50 = 0,02m = 2cm

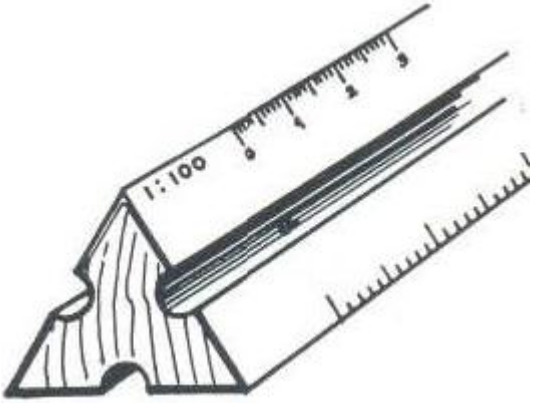
Cada folha de desenho ou prancha deve ter indicada em seu título as escalas usadas nos desenhos, ficando em destaque a escala principal. As demais escalas serão repetidas junto a cada desenho.

Vejamos :
A escala escolhida é 1:50, muito utilizada nos desenhos de Arquitetura.
Temos:
1m ou 100cm representado por uma grandeza 50 vezes menor, ou seja, 2cm.
Obtém-se este resultado com facilidade dividindo o numerador da fração pelo denominador:

$$\begin{array}{r|l} 100 & 50 \\ \hline & 0{,}02 \text{ m.} \end{array}$$

Reguas-Escalas

As réguas-escalas são de seção triangular e possuem gravadas em suas faces 6 escalas gráficas. Evitam, portanto, a construção de escala gráfica para cada caso.
Réguas-escalas são de grande utilidade para o desenhista.
Devemos observar com cuidado a face da régua antes de utilizá-la, a fim de que não haja troca de escala. Costumam ser pintadas de cores diferentes as partes indicadas pela letra (a) a fim de que possa identificar mais facilmente as escalas.

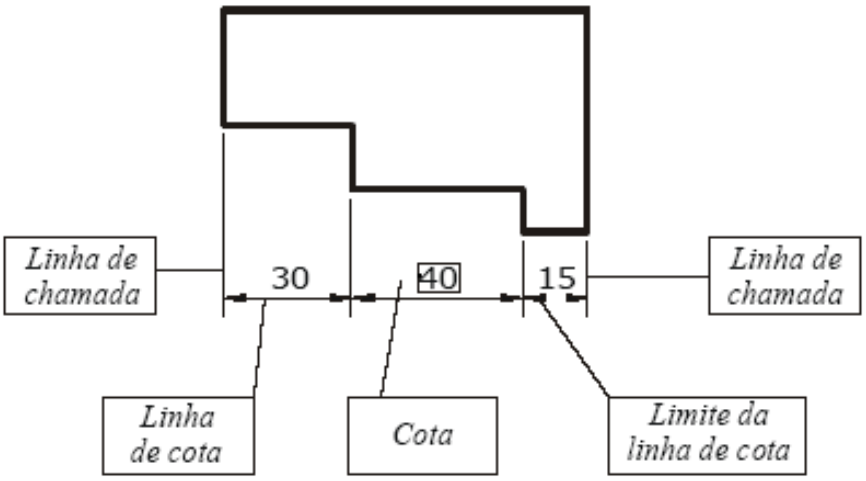


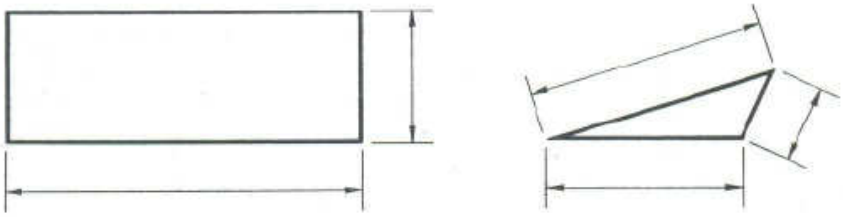
Nota: As réguas-escalas não devem ser usadas para traçar.

12. Linhas de cota

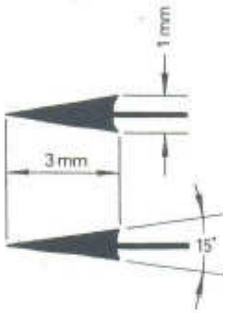
A forma mais utilizada em desenho técnico é definir as dimensões por meio de cotas que são constituídas de linhas de chamada, linha de cota, setas e do valor numérico em uma determinada unidade de medida.
As cotas devem ser distribuídas pelas vistas e dar todas as dimensões necessárias para viabilizar a construção do objeto desenhado, com o cuidado denão colocar cotas desnecessárias.

Os desenhos de algo a ser fabricado ou construído devem levar todas as informações necessárias à sua correção, como: medidas, espécie de material, indicação de acabamento, etc. As linhas de medida de cota são finas, traçadas paralelamente às dimensões do objeto e distantes aproximadamente 7mm do contorno medido. Nas extremidades dessas linhas desenham-se setas, limitando a medida por linhas de extensão, perpendiculares às linhas de cola e de contorno. Exemplos:





Setas

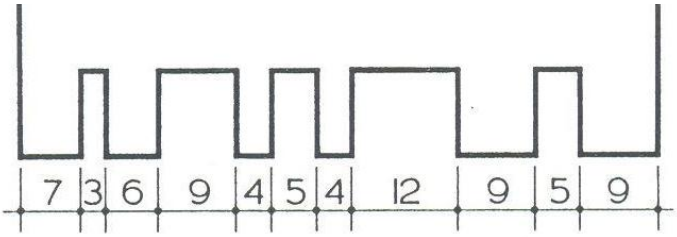


A seta propriamente dita deve ter um comprimento aproximado de 2 a 3mm; a sua largura pode ser calculada como 1/3 do comprimento ou, simplesmente, dando-se à extremidade um ângulo de 15º.

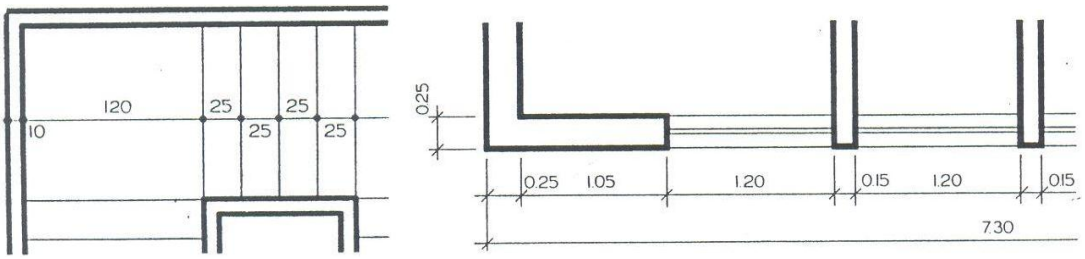
Para certos desenhos, é permitido as setas por pequenos pontos: círculos pretos, de raio mínimo, centrados nas interseções das linhas de extensão com a linha de cota e executadas à mão livre.O emprego do ponto se justifica por falta de espaço para colocar setas, principalmente na

contagem em série.

Exemplo:



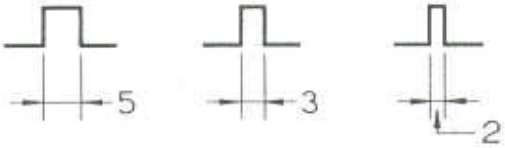
Em desenho de arquitetura, a seta é substituída pelos pequenos pontos ou por um traço, de comprimento reduzido, inclinado a 45º com a linha extensão e de cota.



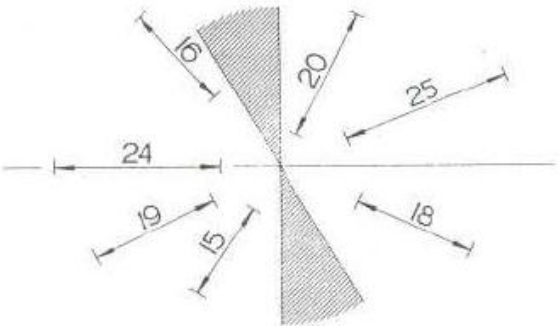
Medidas

As medidas são escritas acima das linhas de cota, quando estas horizontais ou inclinadas, e à esquerda, quando são verticais, com a base dos algarismos junto às linhas de cota. Exemplos:

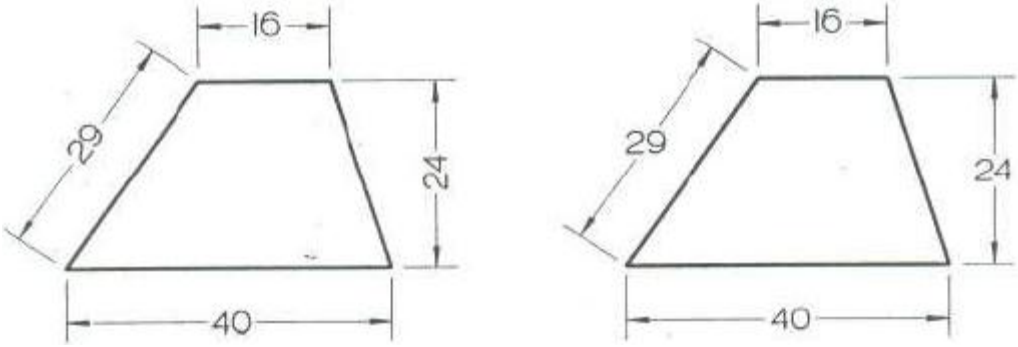
Quando o espaço a cotar for pequeno de tal modo que não permita desenhar setas e algarismos, as setas podem ser invertidas e colocadas exteriores à medida, na direção da linha de cota. Os algarismos podem ser deslocados para junto da seta direita externa ou para mais distante, desde que ligados ao espaço medido por uma pequena seta referencial. Exemplos:



Deve-se evitar a colocação de linhas de cota com inclinação correspondente às inclinadas no setor 30º assinalado pelas hachuras:



A outra maneira de escrever a medida é intercalando-a na linha de cota, interrompida, sempre que possível, no seu trecho central. Os algarismos acompanham a direção das linhas de cota, medianamente, escritos segundo a orientação já apresentada, ou obedecem ao Sistema Unidirecional, originário de indústrias automobilísticas e aeronáuticas norte-americanas: todas na direção horizontal. Exemplos:



A inclinação própria dos algarismos é a mesma estabelecida para as letras, de 60º a 75º. A tendência, atualmente, é para a adoção definitiva do tipo Bastão Vertical, em uso por quase todos os países em convênio com a Internetional Standardization Organizatiom (ISO), da qual o Brasil faz parte, através da ABNT.

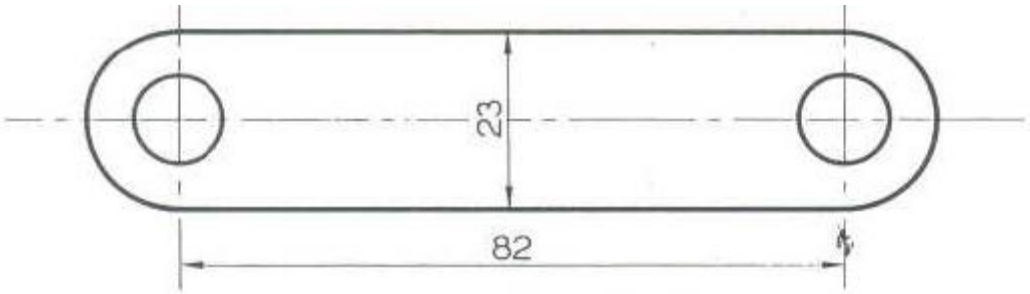
A altura dos algarismos de cota não deve se menor que 3mm, e uniforme dentro do mesmo desenho.

A notação da unidade métrica decimal –mm, m, etc. – normalmente não acompanha o número que expressa a medida, no desenho. Informações sobre escala ou unidade são dadas à parte, na legenda.

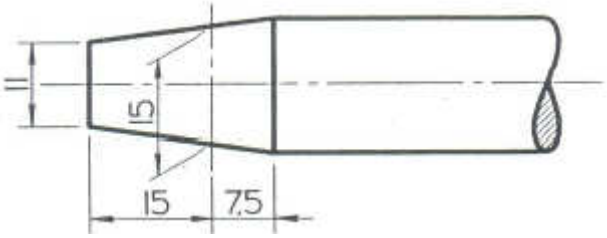
Linhas de Extensão

A linha de extensão não deve ultrapassar a linha de cota em mais de 3 milímetros aproximadamente.

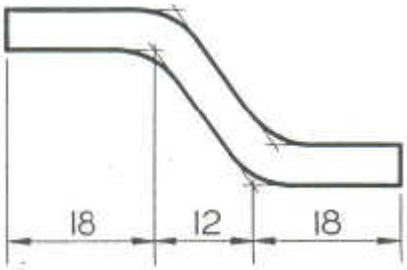
Linhas de eixo, de centro, arestas e contornos não podem ser usados como linhas de cota, permitindo-se, entretanto, que sirvam como linhas de extensão. Exemplo:



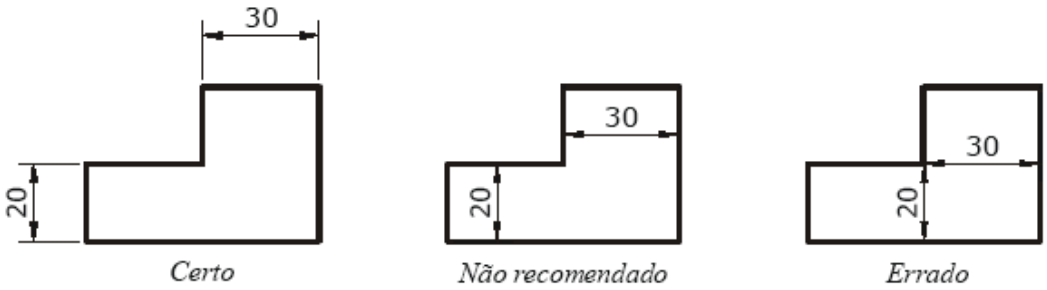
Convém evitar que linhas de cota cruzem entre si ou com linhas representadas no desenho.
Há casos em que, para facilitar a contagem, algumas linhas de extensão devem ser oblíquas às linhas de base. Recomenda-se o ângulo de 60º.



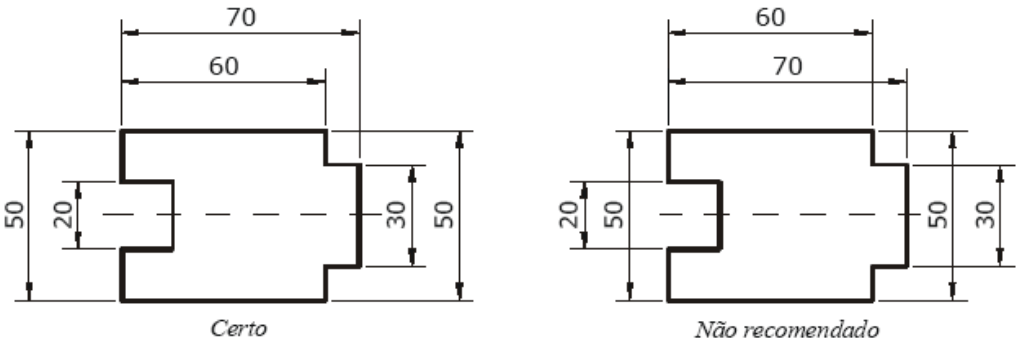
Para se cotar uma peça cuja construção é interessante apresentar a interseção de duas linhas, esses pontos auxiliares são posicionados por linhas de extensão, como mostra o exemplo:



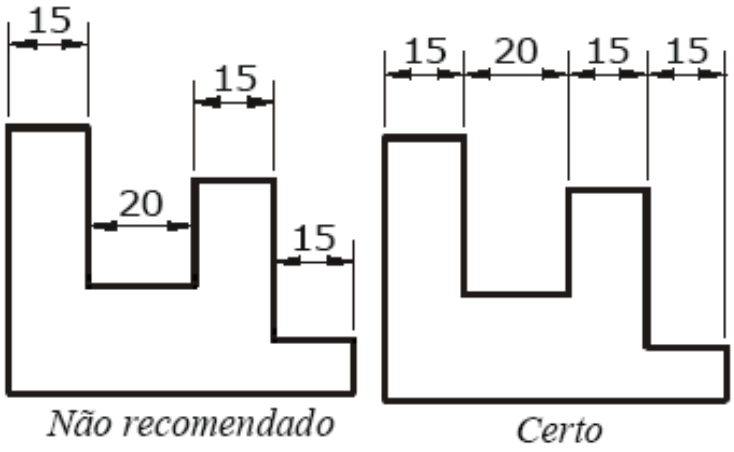
Para facilitar a leitura e a interpretação do desenho, deve-se evitar colocar cotas dentro dos desenhos e, principalmente, cotas alinhadas com outras linhas do desenho.

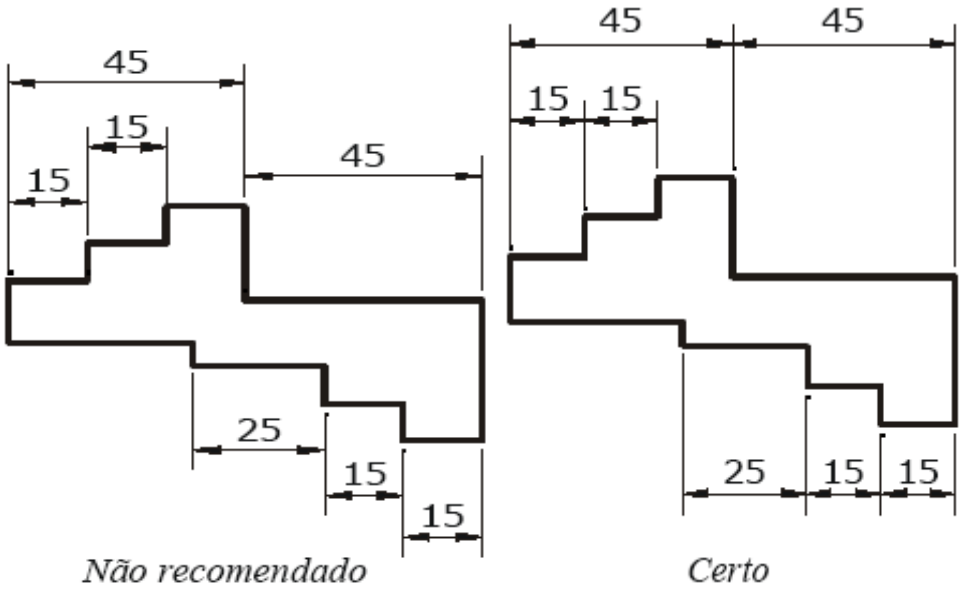


Outro cuidado que se deve ter para melhorar a interpretação do desenho é evitar o cruzamento de linha da cota com qualquer outra linha.
As cotas de menor valor devem ficar por dentro das cotas de maior valor, para evitar o cruzamento de linhas de cotas com as linhas de chamada.



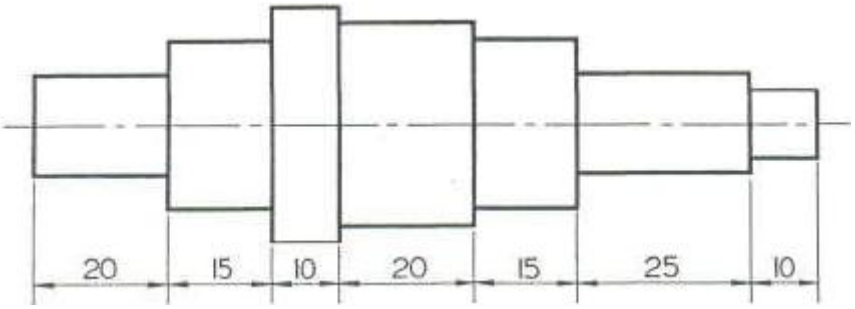
Sempre que possível, as cotas devem ser colocadas alinhadas.



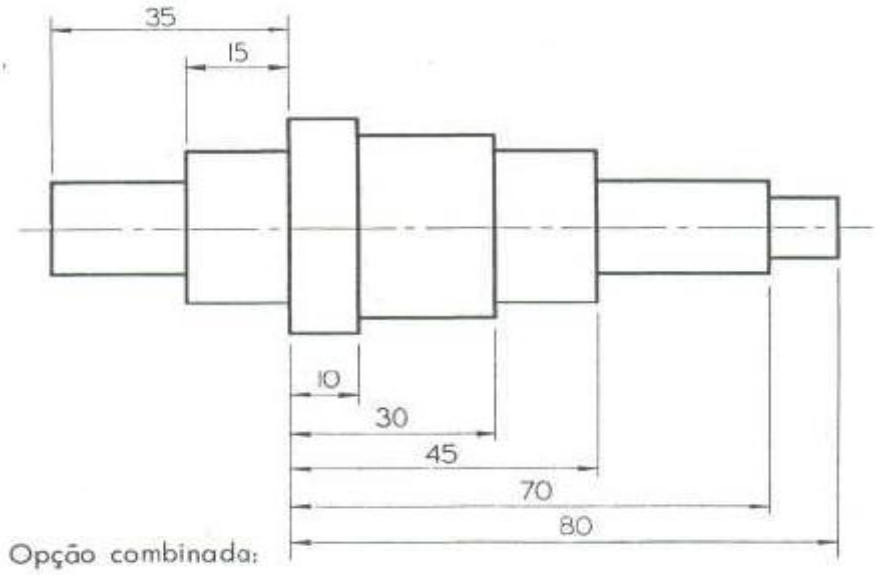


Cotas em Série e em Paralelo

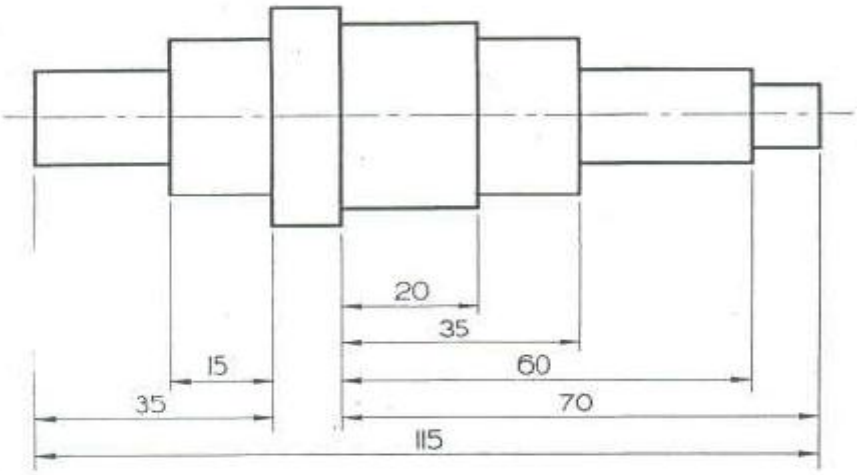
A distância entre duas linhas de cota paralelas deve se, no mínimo, de 5 mm, podendo aumentar nos desenhos de grandes dimensões.
As cotas são indicadas em série quando têm a mesma direção.



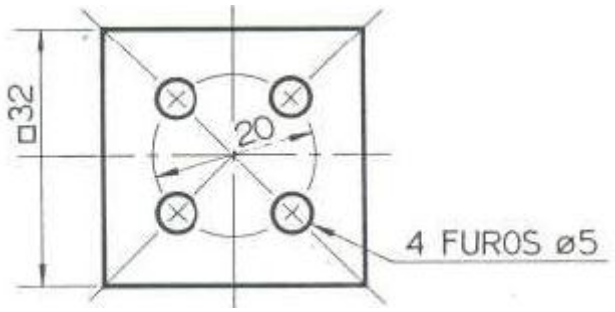
As cotas são indicadas em paralelo quando, tem a mesma direção, existe um mesmo ponto de origem importante como referencia de várias medidas. As cotas maiores devem ultrapassar as menores, a fim de evitar cruzamentos. Exemplo:



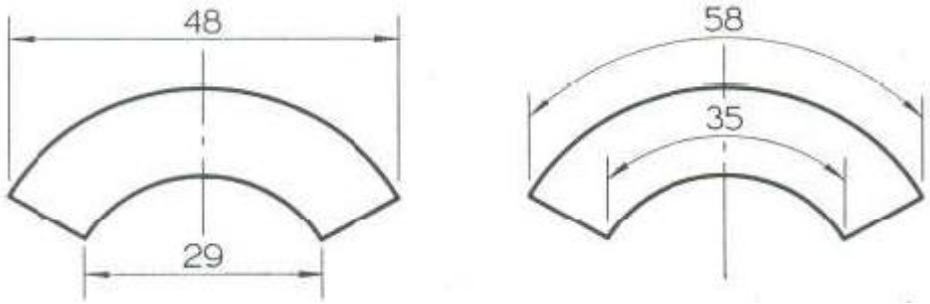
Opção combinada:



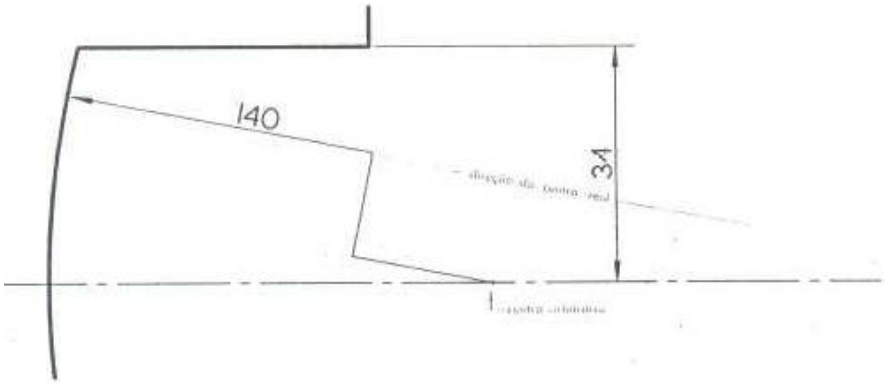
Para especificar a quantidade de círculos de mesmo diâmetro - furos, por exemplo, a cotagem é feita por uma notação em letras maiúsculas, dirigida a um dos centros:



O dimensionamento de cordas e arcos pode ser como mostram os exemplos:



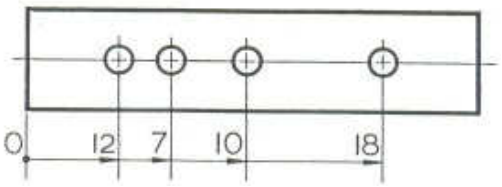
Quando o centro de um arco de grande raio está localizado fora dos limites do desenho, o raio dever ser representado por uma linha quebrada duas vezes em ângulo reto, como um falso centro marcado arbitrariamente numa linha que passe pelo centro do arco, como, por exemplo, uma linha de eixo. Os segmentos extremos dessa linha quebrada têm a direção do raio real. Exemplo:



Ainda para arcos de centro inacessível, pode-se representar apenas um trecho extremo do raio real, com a seta tocando a curva e, sobre ele, escreve-se a medida precedida do símbolo R. Exemplo:

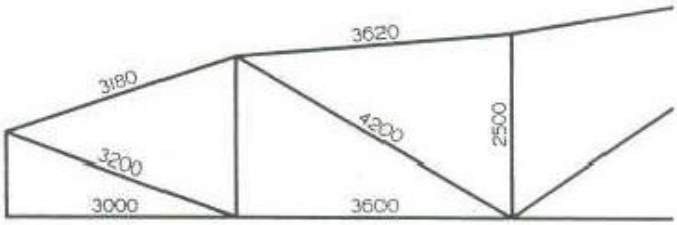
Cotas em Série da mesma Origem

Variante da cotagem em série; os valores são escritos junto às setas apontadas no mesmo sentido. Na origem, assinalada por um pequeno ponto, coloca-se o algarismo 0 (zero). Exemplo:



Cotagem Direta

Em esquemas, é permitido cotar diretamente, como, por exemplo, em estruturas metálicas:

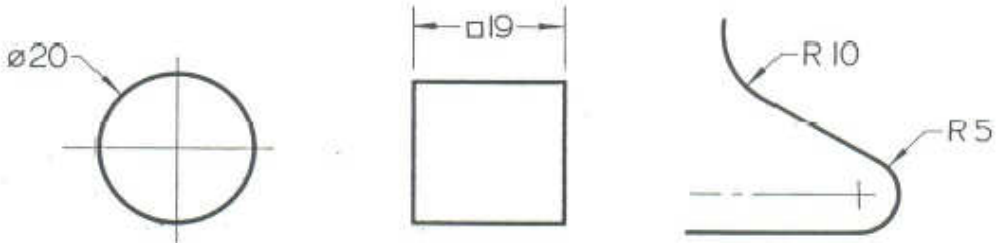


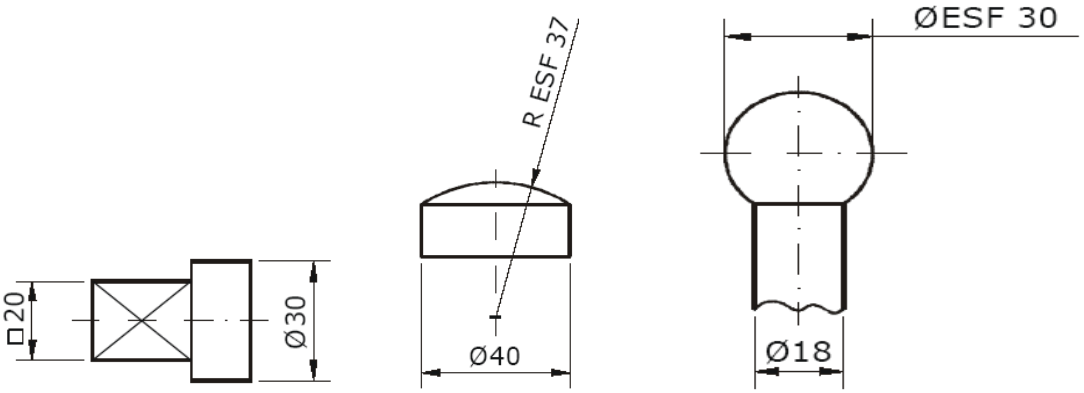
Símbolos

Os símbolos de diâmetro Ø, de quadrado □ e de raio R devem preceder as medidas. Os dois primeiros devem ter 2/3 da altura do algarismo; a secante diametral no símbolo Ø é inclinada 45º com a linha de base do algarismo.

Ø : Indicativo de diâmetro	Ø **ESF** : Indicativo de diâmetro esférico
R : Indicativo de raio	**R ESF** : Indicativo de raio esférico
□ : Indicativo de quadrado	

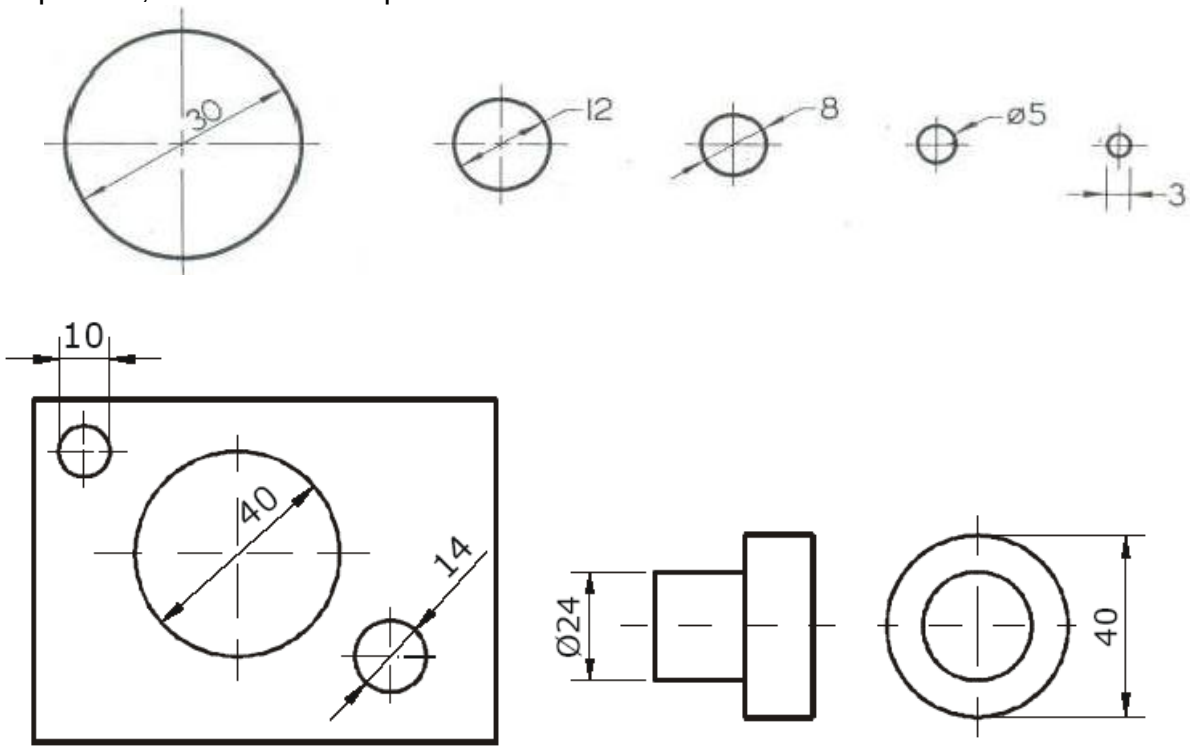
Exemplos:





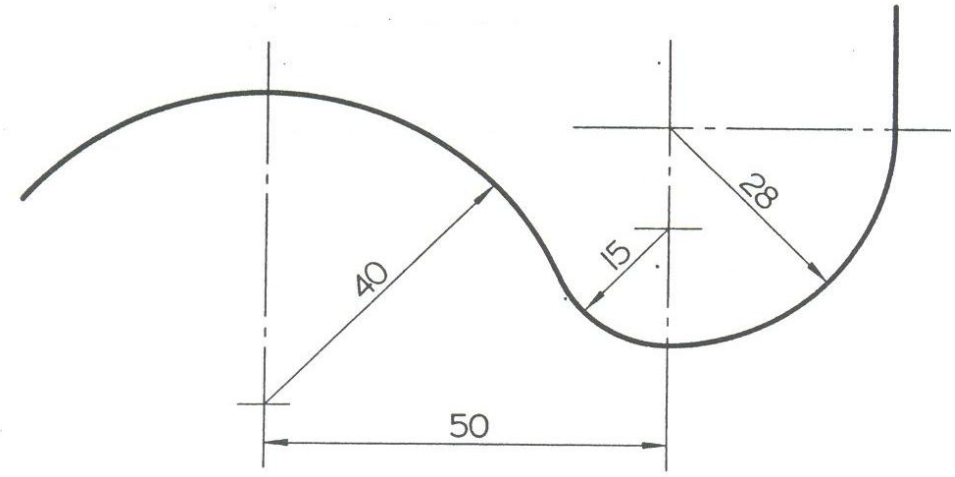
Cotagem de Círculo

Os círculos são cotados interior ou exteriormente, dependendo do espaço disponível, como nos exemplos:



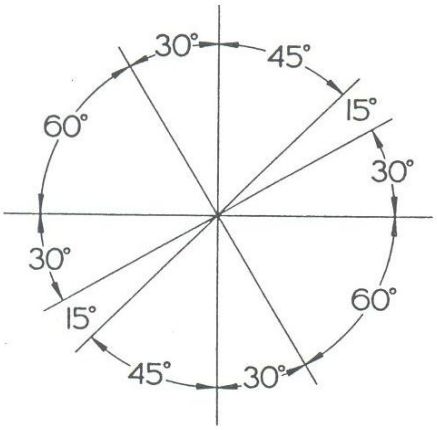
Arcos Concordantes

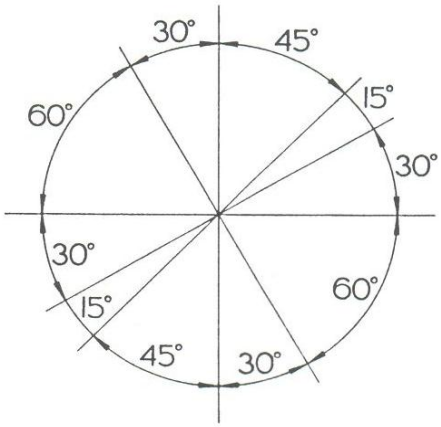
A cotagem de arcos concordantes é determinada por coordenadas retangulares:



Cotagem em Graus

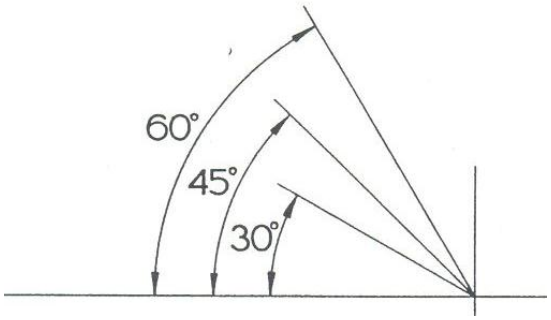
As medidas em graus devem ser escritas no Sistema Unidirecional, isto é, na horizontal. Quando se utiliza o arco contínuo, os valores acima da horizontal referencial (semicírculo superior) devem ficar exteriores ao arco e os abaixo (semicírculo inferior), interiores ao arco. Exemplos:





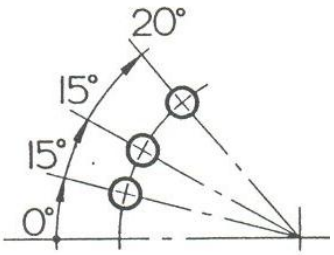
Cotagem em Arcos Concêntricos

As medidas são tomadas a partir de uma linha de extensão origem. Exemplo:



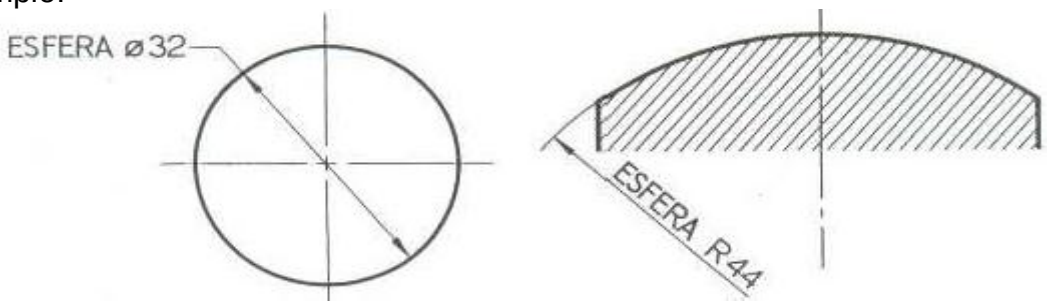
Cotagem em Arco Único

A origem das medidas é assinalada por um pequeno ponto, onde se escreve 0º (zero grau). Os valores em graus são escritos junto às setas, apontadas no mesmo sentido. Exemplo:



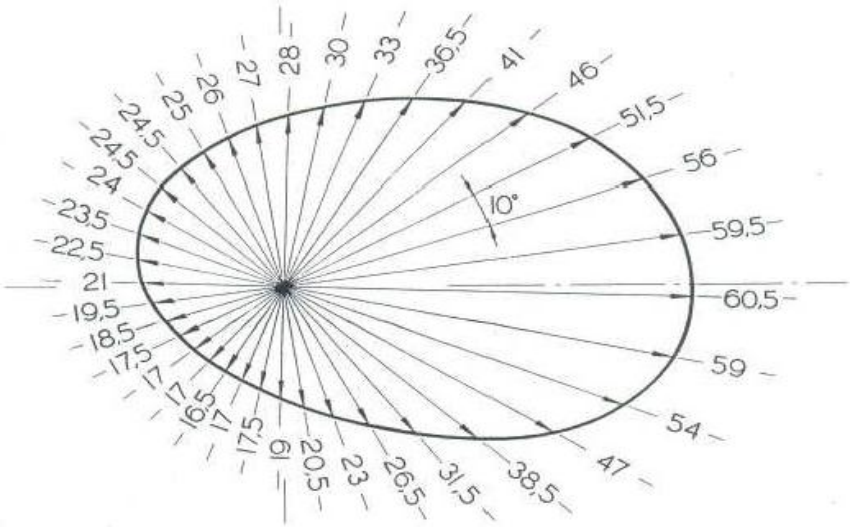
Esfera

Escreve-se a palavra ESFERA antes do símbolo de diâmetro ou de raio. Exemplo:



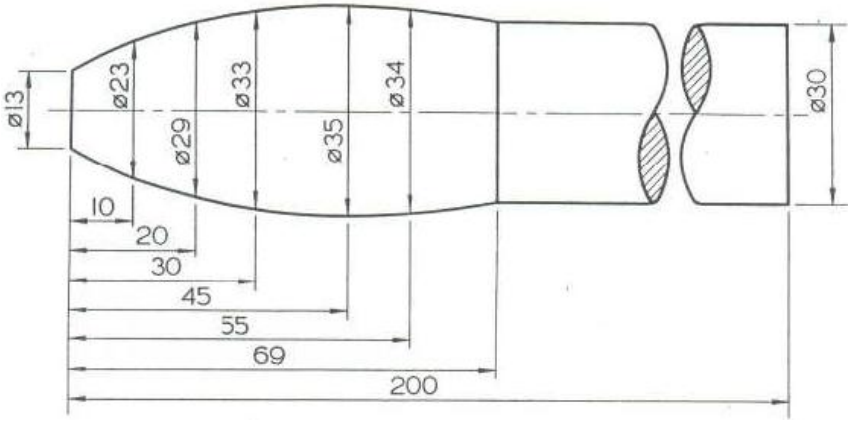
Cotagem Radial

As linhas divergem de um centro, com o mesmo ângulo. Exemplo:



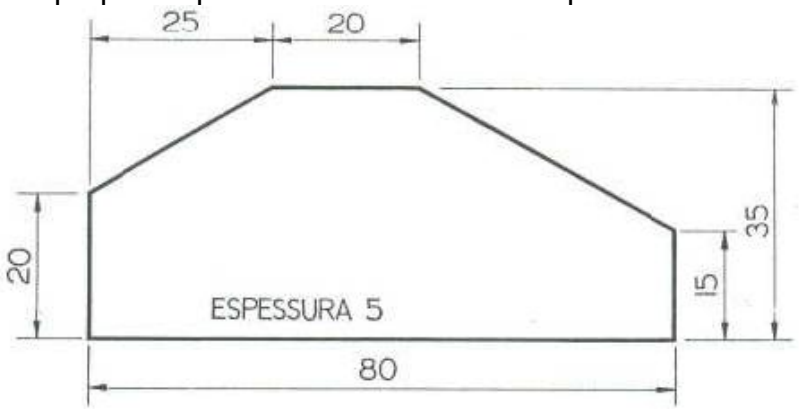
Cotagem de Contorno Simétrico para Curvas Irregulares

Na cotagem de contornos curvilíneos não formados por arcos concordantes, procede-se como mostra o exemplo:



Espessura

A cotagem de peças de pouca espessura como chapas, ferro chato, perfis laminados, etc., não deve ser em graus quando seus ângulos possam ser obtidos mais facilmente com réguas, esquadro e escala, que dão o comprimento de cada aresta do contorno. A espessura deve ser escrita, de preferência, na própria superfície desenhada. Exemplo:

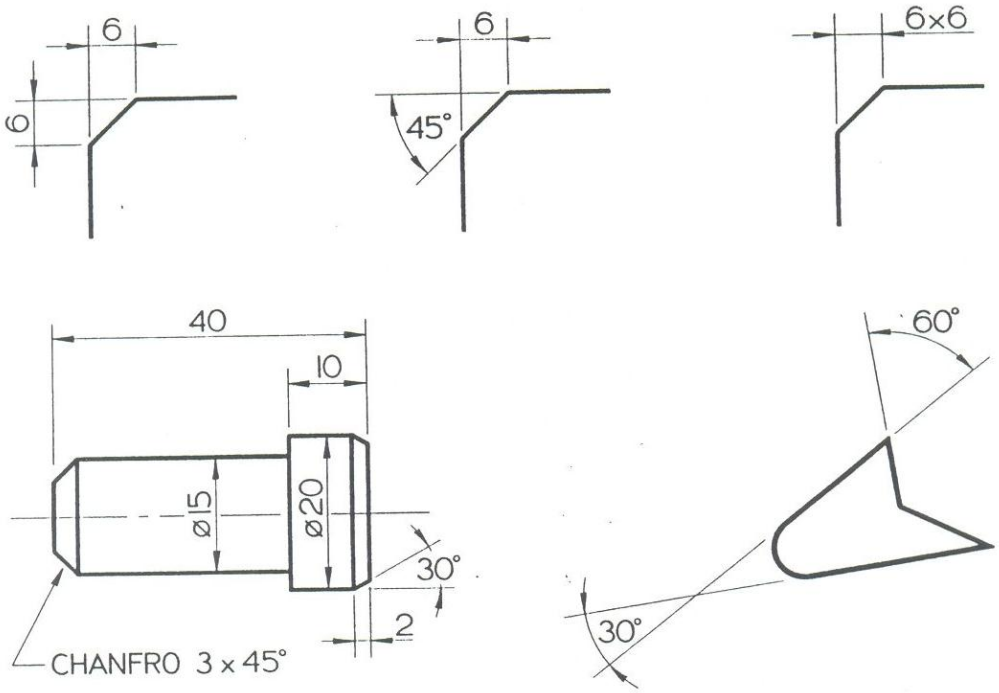


Cotagem de Ângulos, Chanfros e Escareados

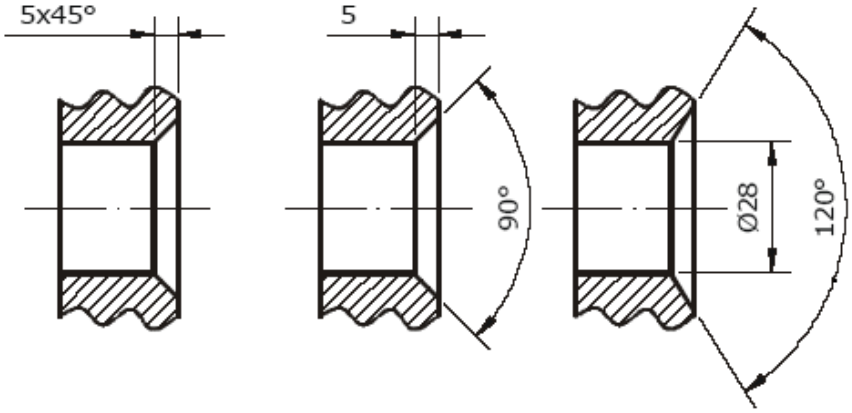
Para evitar nos objetos que serão manuseados o contato com cantos vivos, é usual quebrar os cantos com pequenas inclinações chamadas de chanfros.

Para cotar peças com truncamento, chanfrados em cilindros, acrescenta-se ao desenho uma nota que simplifique o dimensionamento.

Exemplos de diversos casos:

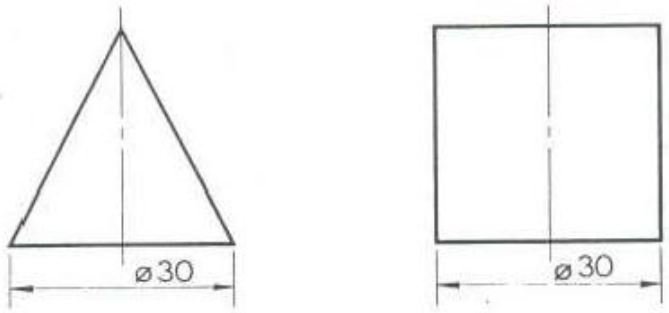


Da mesma forma, os cantos vivos dos furos também são quebrados com pequenas superfícies inclinadas, que no caso dos furos são chamadas de escareados.

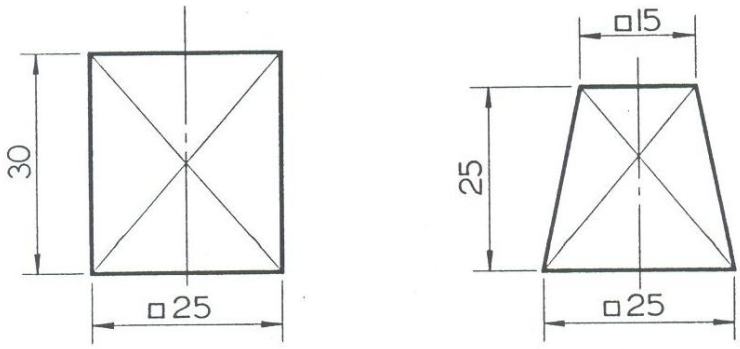


Única Vista

Para se representarem simplificadamente, por uma única vista, corpos de revolução, como cilindro e o cone, emprega-se o símbolo de diâmetro:

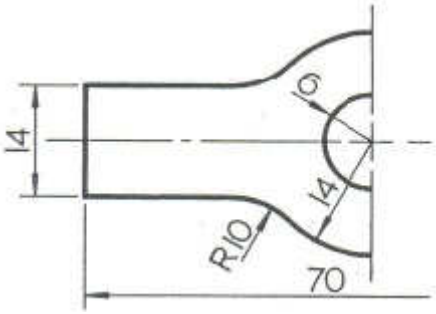


Para prismas e pirâmides regulares, de bases quadradas, basta uma vista para identificá-los, desde que se preceda a cota de aresta da base de um símbolo de quadrado e tracem-se as diagonais das faces laterais com linha fina. Exemplo:



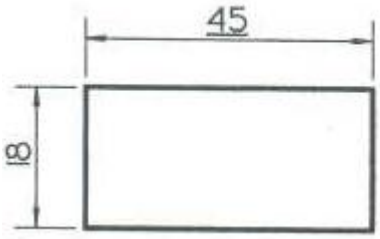
Cotagem por Simetria

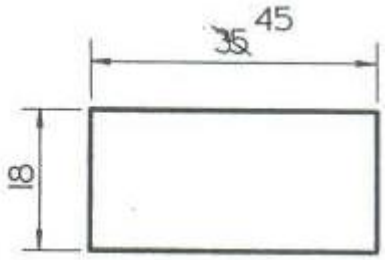
Quando o desenho só apresenta uma simetria, a linha de cota deve ser interrompida um pouco alem da linda de eixo de simetria do objeto, sendo dado o valor total. Exemplo:



Correções

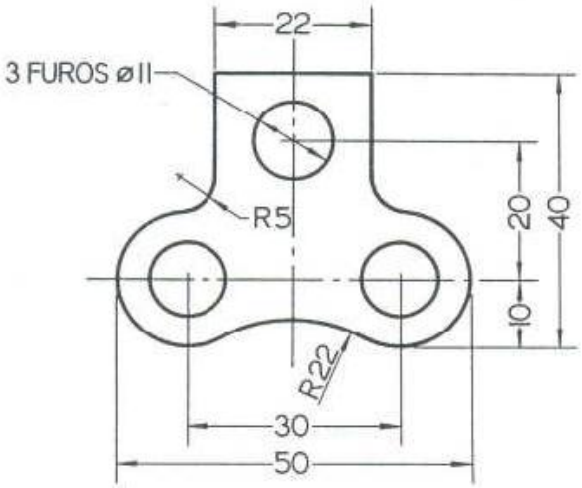
Qualquer cota que seja substituída sem estar na escala do desenho deve ser sublinhada. No caso de ser indicada uma nova cota, a anterior deve ser cortada, porém sem perder a legibilidade. Exemplos:





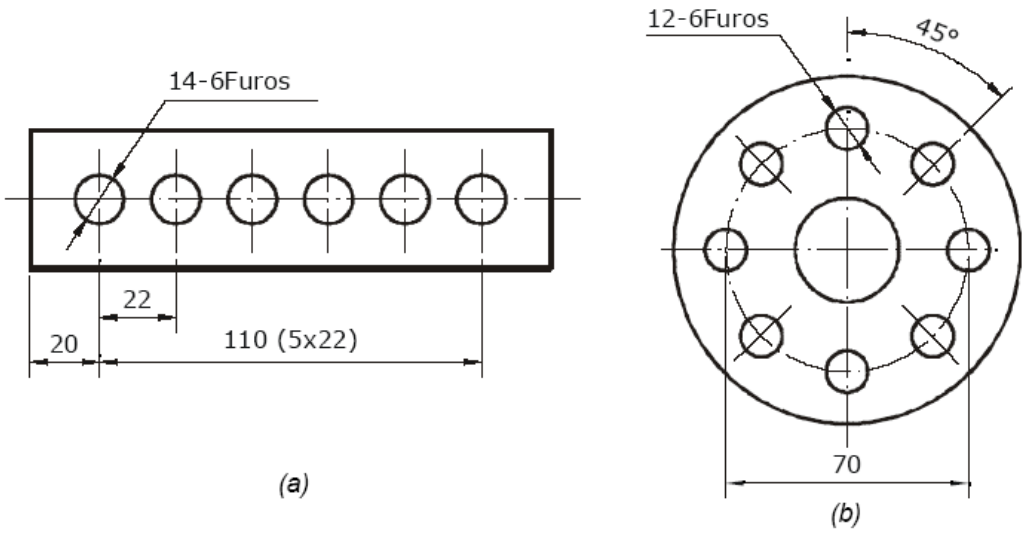
Cotas em Excesso

A boa cotagem não traz cotas em excesso. Cota-se uma única vez se as cotas forem as mesmas; evita-se repetição de cotas em caso de simetria. Exemplo:

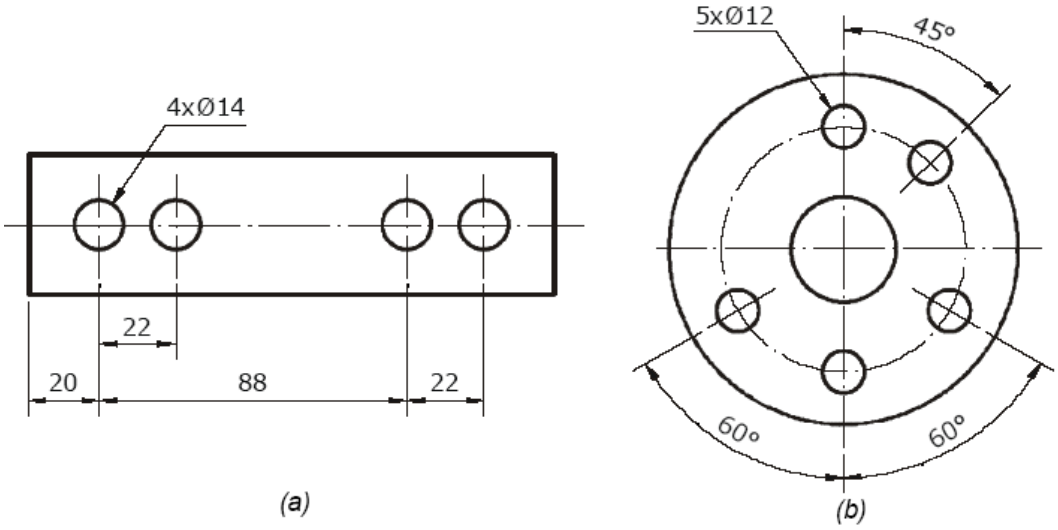


Cotagem de Elementos Eqüidistantes e/ou Repetidos

A cotagem de elementos eqüidistantes pode ser simplificada porque não há necessidade de se colocar todas as cotas. Os espaçamentos lineares podem ser cotados indicando o comprimento total e o número de espaços.

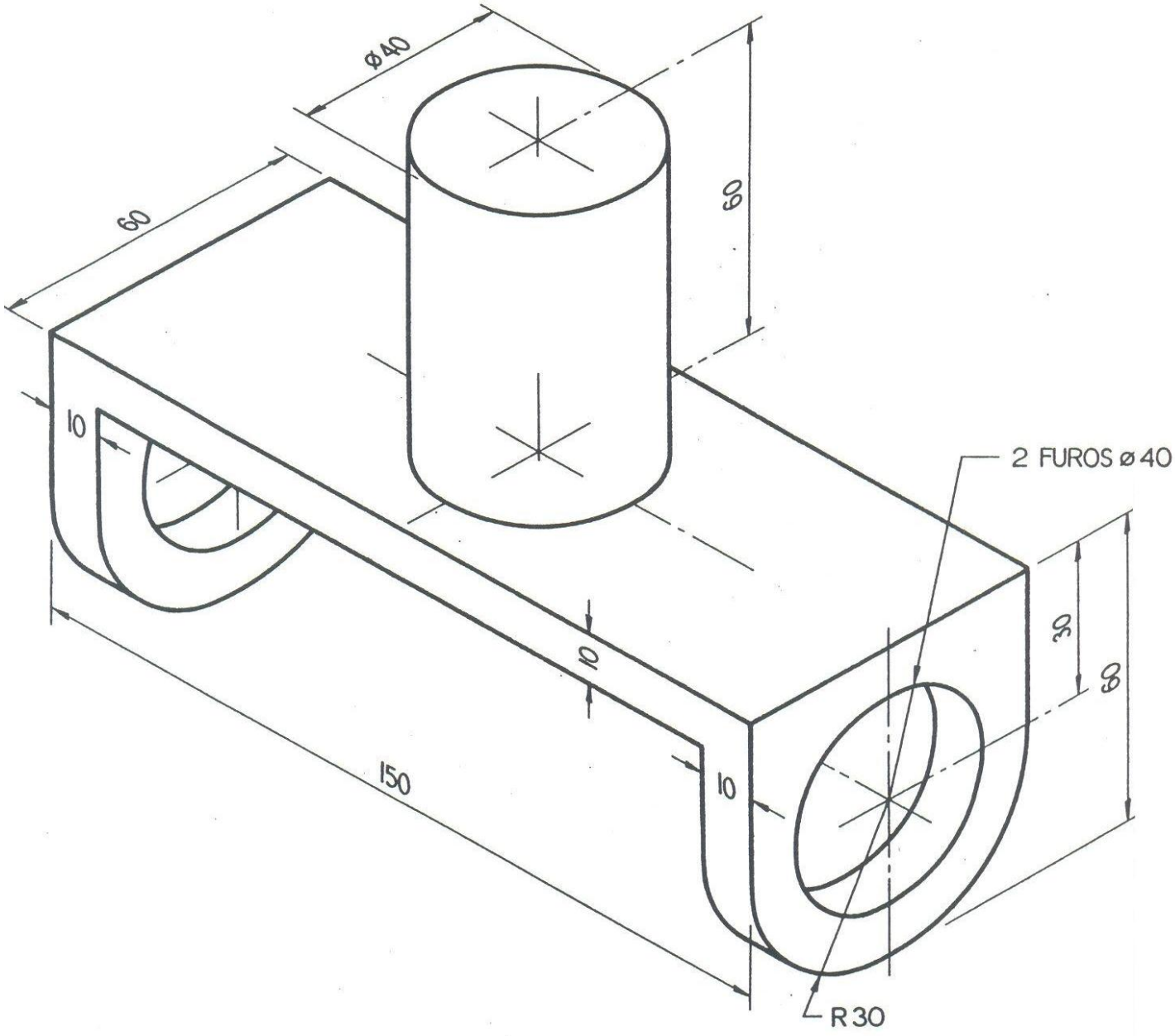


Quando os espaçamentos não forem eqüidistantes, será feita a cotagem dos espaços, indicando a quantidade de elementos.



Cotagem em Perspectiva

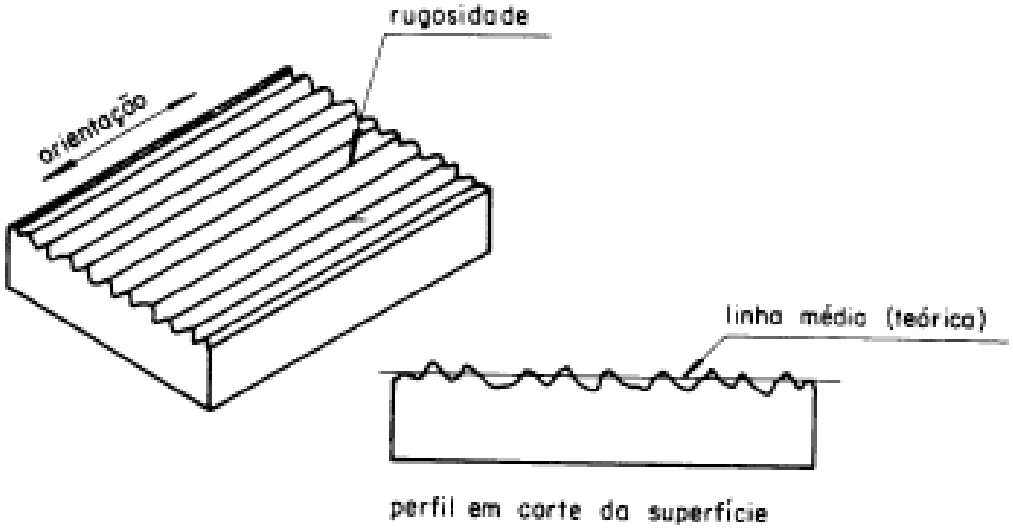
A cotagem em perspectiva acompanha as mesmas deformações aparentes dos planos e das linhas, como no exemplo:



As anotações por setas indicadoras não são perspectivadas.

13. Acabamento

Com a criação de aparelhos capazes de medir a rugosidade superficial em µm (micrometro; 1µm = 0,001mm), as indicações dos acabamentos de superfícies passaram a ser representadas por classes de rugosidade.
Rugosidade são erros microgeométricos existentes nas superfícies das peças.



Símbolo sem indicação de rugosidade

Símbolo	Significado
	Símbolo básico. Só pode ser usado quando seu significado for complementado por uma indicação.
	Caracterização de uma superfície usinada sem maiores detalhes.
	Caracteriza uma superfície na qual a remoção de material não é permitida e indica que a superfície deve permanecer no estado resultante de um processo de fabricação anterior, mesmo se esta tiver sido obtida por usinagem ou outro processo qualquer.

Símbolos com indicação da característica principal da rugosidade R_a

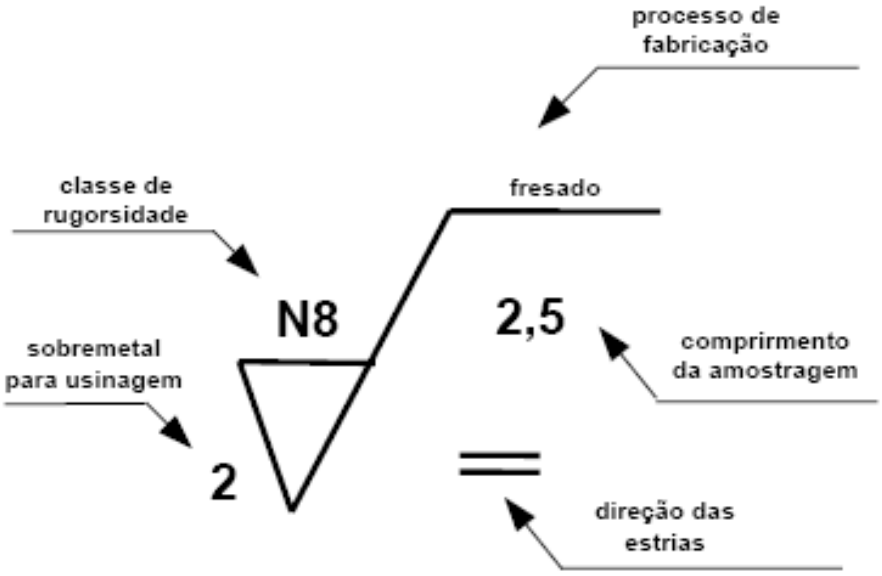
Símbolo ***A remoção do material***			***Significado***
é facultativa	é exigida	não é permitida	
3,2 N8 OU	3,2 N8 OU	3,2 N8 OU	Superfície com uma rugosidade de um valor máximo: R_a = 3,2µm
6,3 1,6 N8 N9 OU	6,3 1,6 N9 N7 OU	6,3 1,6 N9 N7 OU	Superfície com uma rugosidade de um valor: máximo: R_a = 6,3µm mínimo: R_a = 1,6µm

Símbolos com indicações complementares

Estes símbolos podem ser combinados entre si ou com os símbolos apropriados.

Símbolo	Significado
fresado	Processo de fabricação: fresar
2,5	Comprimento de amostragem: 2,5 mm
⊥	Direção das estrias: perpendicular ao plano de projeção da vista.
2	Sobremetal para usinagem: 2mm
(R_t = 0,4)	Indicação (entre parênteses) de um outro parâmetro de rugosidade diferente de R_a, por exemplo R_t = 0,4µm.

Disposição das indicações do estado de superfície no símbolo

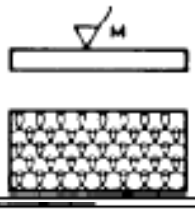
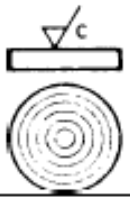
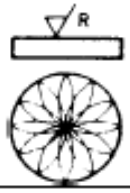


A ABNT adota o desvio médio aritmético (Ra) para determinar os valores da rugosidade, que são representados por classes de
rugosidade N1 a N12, correspondendo cada classe a valor máximo em µm, como se observa na tabela seguinte.

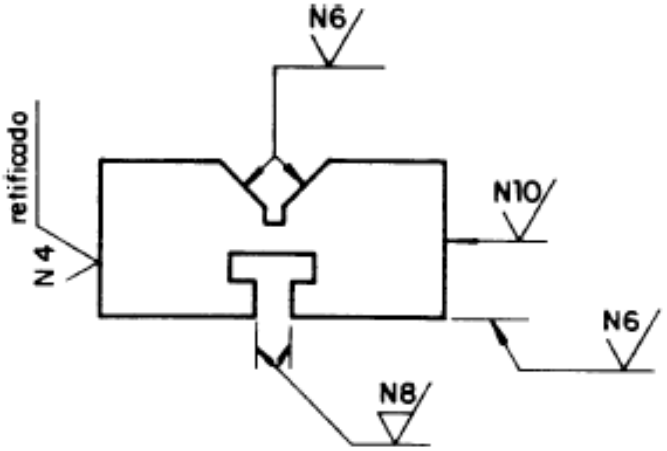
Tabela - Característica da rugosidade R_a

Classe de rugosidade	Desvio médio aritmético (R_a)
N12	50
N11	25
N10	12,5
N 9	6,3
N 8	3,2
N 7	1,6
N 6	0,8
N 5	0,4
N 4	0,2
N 3	0,1
N 2	0,05
N 1	0,025

Símbolos para direção das estrias

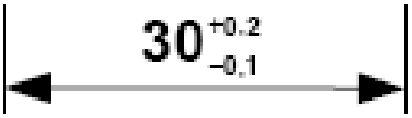
Símbolo	Interpretação
=	Paralela ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.
⊥	Perpendicular ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.
X	Cruzadas em duas direções oblíquas em relação ao plano de projeção da vista sobre o qual o símbolo é aplicado.
M	Muitas direções 
C	Aproximadamente central em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido. 
R	Aproximadamente radial em relação ao ponto médio da superfície ao qual o símbolo é referido. 

Exemplo:

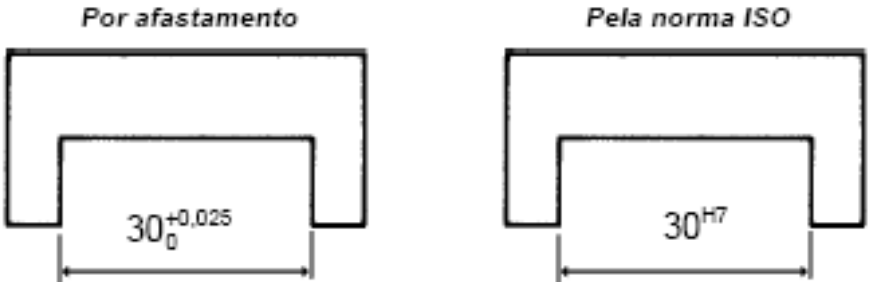


14. Tolerância

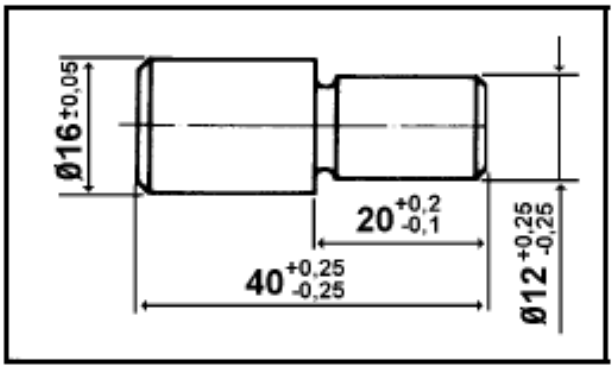
Medida nominal: é a medida representada no desenho.
Medida com tolerância: é a medida com afastamento para mais ou para menos da medida nominal.



As tolerâncias podem ser representadas por afastamentos ou pela norma ISO adotada pela ABNT.



Exemplo:



AJUSTES RECOMENDADOS - SISTEMA FURO-BASE H7(*)

Tolerância em milésimos de milímetros (μm)

Dimensão nominal mm		Furo af. inf. / af. sup.	EIXOS afastamento superior / afastamento inferior								
acima de	até	H 7	f 7	g 6	h 6	j 6	k 6	m 6	n 6	p 6	r 6
0	1	0	- 6	- 2	0	+ 4	+ 6	-	+ 10	+ 12	+ 16
1	3	+ 10	- 16	- 8	- 6	- 2	0		+ 4	+ 6	+ 10
3	6	0	- 10	- 4	0	+ 6	+ 9	+ 12	+ 16	+ 20	+ 23
		+ 12	- 22	- 12	- 8	- 2	+ 1	+ 4	+ 8	+ 12	+ 15
6	10	0	- 13	- 5	0	+ 7	+ 10	+ 15	+ 19	+ 24	+ 28
		+ 15	- 28	- 14	- 9	- 2	+ 1	+ 6	+ 10	+ 15	+ 19
10	14	0	- 16	- 6	0	+ 8	+ 12	+ 18	+ 23	+ 29	+ 34
14	18	+ 18	- 34	- 17	- 11	- 3	+ 1	+ 7	+ 12	+ 18	+ 23
18	24	0	- 20	- 7	0	+ 9	+ 15	+ 21	+ 28	+ 35	+ 41
24	30	+ 21	- 41	- 20	- 13	- 4	+ 2	+ 8	+ 15	+ 22	+ 28
30	40	0	- 25	- 9	0	+ 11	+ 18	+ 25	+ 33	+ 42	+ 50
40	50	+ 25	- 50	- 25	- 16	- 5	+ 2	+ 9	+ 17	+ 26	+ 34
50	65	0	- 30	- 10	0	+ 12	+ 21	+ 30	+ 39	+ 51	+ 60 / + 41
65	80	+ 30	- 60	- 29	- 19	- 7	+ 2	+ 1	+ 20	+ 32	+ 62 / + 43
80	100	0	- 36	- 12	0	+ 13	+ 25	+ 35	+ 45	+ 59	+ 73 / + 51
100	120	+ 35	- 71	- 34	- 22	- 9	+ 3	+ 13	+ 23	+ 37	+ 76 / + 54
120	140	0	- 43	- 14	0	+ 14	+ 28	+ 40	+ 52	+ 68	+ 88 / + 63
140	160										+ 90 / + 65
160	180	+ 40	- 83	- 39	- 25	- 11	+ 3	+ 15	+ 27	+ 43	+ 93 / + 68
180	200	0	- 50	- 15	0	+ 16	+ 33	+ 46	+ 60	+ 79	+ 106 / + 77
200	225										+ 109 / + 80
225	250	+ 46	- 96	- 44	- 29	- 13	+ 4	+ 17	+ 31	+ 50	+ 113 / + 84
250	280	0	- 56	- 17	0	+ 16	+ 36	+ 52	+ 66	+ 88	+ 126 / + 94
280	315	+ 52	- 108	- 49	- 32	- 16	+ 4	+ 20	+ 34	+ 56	+ 130 / + 98
315	355	0	- 62	- 18	0	+ 18	+ 40	+ 57	+ 73	+ 98	+ 144 / + 108
355	400	+ 57	- 119	- 54	- 36	- 18	+ 4	+ 21	+ 37	+ 62	+ 150 / + 114
400	450	0	- 68	- 20	0	+ 20	+ 45	+ 63	+ 80	+ 108	+ 166 / + 126
450	500	+ 63	- 131	- 60	- 40	- 20	+ 5	+ 23	+ 40	+ 68	+ 172 / + 132

(*) Reprodução parcial de Tabela ABNT/ISO NBR 6158

AJUSTES RECOMENDADOS - SISTEMA EIXO-BASE h6(*)

Tolerância em milésimos de milímetros (μm)

Dimensão nominal mm		Eixo af. sup. / af. inf.	FUROS afastamento inferior / afastamento superior								
acima de	até	h 6	F 6	G 7	H 7	J 7	K 7	M 7	N 7	P 7	R 7
0	1	0	+ 6	+ 2	0	- 6	- 10	-	-	- 16	- 20
1	3	- 6	- 12	+ 12	+ 10	+ 4	0			- 6	- 10
3	6	0	+ 10	+ 4	0	- 6	- 9	- 12	- 16	- 20	- 23
		- 8	+ 18	+ 16	+ 12	+ 6	+ 3	0	- 4	- 8	- 11
6	10	0	+ 13	+ 5	0	- 7	- 10	- 15	- 19	- 24	- 28
		- 9	+ 22	+ 20	+ 15	+ 8	+ 5	0	- 4	- 9	- 13
10	14	0	+ 16	+ 6	0	- 8	- 12	- 18	- 23	- 29	- 34
14	18	- 11	+ 27	+ 24	+ 18	+ 10	+ 6	0	- 5	- 11	- 16
18	24	0	+ 20	+ 7	0	- 9	- 15	- 21	- 28	- 35	- 41
24	30	- 13	+ 33	+ 28	+ 21	+ 12	+ 6	0	- 7	- 14	- 20
30	40	0	+ 25	+ 9	0	- 11	- 18	- 25	- 33	- 42	- 50
40	50	- 16	+ 41	+ 34	+ 25	+ 14	+ 7	0	- 8	- 17	- 25
50	65	0	+ 30	+ 10	0	- 12	- 21	- 30	- 39	- 51	- 60 - 30
65	80	- 19	+ 49	+ 40	+ 30	+ 18	+ 9	0	- 9	- 21	- 62 - 32
80	100	0	+ 36	+ 12	0	- 13	- 25	- 35	- 45	- 59	- 73 - 38
100	120	- 22	+ 58	+ 47	+ 35	+ 22	+ 10	0	- 10	- 24	- 76 - 41
120	140	0	+ 43	+ 14	0	- 14	- 28	- 40	- 52	- 68	- 88 - 48
140	160										- 90 - 50
160	180	- 25	+ 68	+ 54	+ 40	+ 26	+ 12	0	- 12	- 28	- 93 - 53
180	200	0	+ 50	+ 15	0	- 16	- 33	- 46	- 60	- 79	106 - 60
200	225										- 109 - 63
225	250	- 29	+ 79	+ 61	+ 46	+ 30	+ 13	0	- 14	- 33	- 113 - 67
250	280	0	+ 56	+ 17	0	- 16	- 36	- 52	- 66	- 88	- 126 - 74
280	315	- 32	+ 88	+ 69	+ 52	+ 36	+ 16	0	- 14	- 36	- 130 - 78
315	355	0	+ 62	+ 18	0	- 18	- 40	- 57	- 73	- 98	- 144 - 87
355	400	- 36	+ 98	+ 75	+ 57	+ 39	+ 17	0	- 16	- 41	- 150 - 93
400	450	0	+ 68	+ 20	0	- 20	- 45	- 63	- 80	- 108	- 166 - 103
450	500	- 40	+ 108	+ 83	+ 63	+ 43	+ 18	0	- 17	- 45	- 172 - 109

(*) Reprodução parcial de Tabela ABNT/ISO NBR 6158

15. Simbologia de Soldagem

A simbologia de soldagem é a representação gráfica de todas as informações que são necessárias da área. Dentre as várias normas que são utilizadas na simbologia de soldagem, podemos citar as que correspondem aos processos de trabalho de industrias européias, americanas e asiáticas, tais como AWS – American Welding Societty; Euronorm, norma européia; ISO – International Standard Organization; JIS – Japanese Industrial Standards. As normas mais utilizadas no Brasil são da AWS e da ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas.

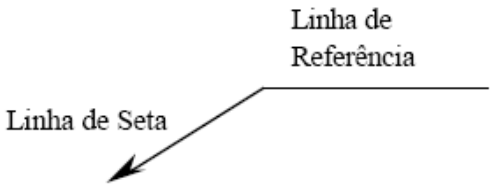
Símbolos

Os símbolos são desenhos que representam orientações para o processo de soldagem; indicam a geometria das juntas, as dimensões e o ângulo do chanfro, a abertura de raiz, o comprimento da solda, o local de trabalho, entre outras informações.

Os símbolos são utilizados para economizar espaço e trabalho nos desenhos dos projetos e, ao mesmo tempo; além disso, os símbolos tornam a interpretação do desenho mais rápida e fácil. Os símbolos de soldagem podem ser classificados em dois grandes grupos: os símbolos básicos e os suplementares. A norma AWS considera um terceiro grupo, o dos símbolos típicos, que reúne todos os símbolos necessários à situação de soldagem, bem como as dimensões e especificações de materiais.

Símbolos Básicos

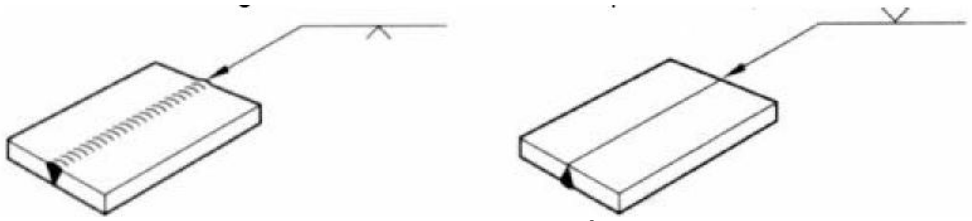
Os símbolos básicos de soldagem transmitem as informações elementares do processo. Segundo a AWS, as partes sempre presentes na representação simbólica da soldagem são a linha de referência e a linha de seta, conforme a Figura 15.1.



15.1- Símbolos Básicos

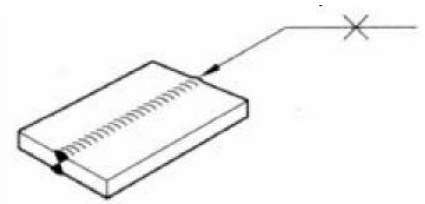
A linha de referência, indicada na figura 15.2, é um traço horizontal que serve de suporte para as informações a respeito da soldagem. Conforme sua localização, acima ou abaixo da linha da referência, os símbolos utilizados indicam ações diferentes.

Um símbolo colocado abaixo da linha de referência determina que o procedimento de soldagem deve ser feito no lado indicado pela linha de seta; se o símbolo estiver acima da linha, a soldagem deverá ser feita no lado oposto da linha de seta.



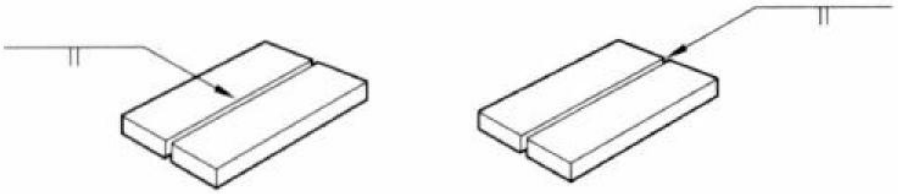
15.2– Linha de Referência

No caso de soldagem em ambos os lados da peça, aparecerão dois símbolos, um acima e outro abaixo da linha de referência, como representado na figura 15.3.



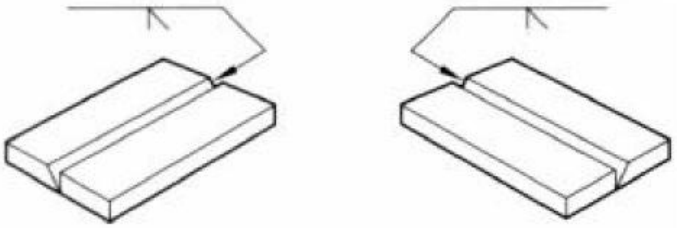
15.3– Soldagem em ambos os lados

A linha de seta parte de uma das extremidades da linha de referência e indica a região em que deverá ser realizada a soldagem, como na figura 15.4; o local exato da soldagem é especificado pela posição do símbolo, acima ou abaixo da linha de referência. A linha da seta pode ser colocada tanto na extremidade esquerda quanto na direita da linha de referência, devendo ser observada a estética do desenho.



15.4– Linha de Seta

A linha de seta pode ser contínua ou não. Quando a linha de seta é contínua, indica que qualquer um dos lados da junta pode apresentar chanfro. A linha de seta não contínua indica o lado da junta que deverá ser chanfrado, semelhante à figura 15.5.



15.5– Tipos de Linha de Seta

A outra extremidade da linha de referência pode apresentar um símbolo semelhante ao da figura 15.6, uma letra V deitada.

15.6– Cauda da Linha de Seta

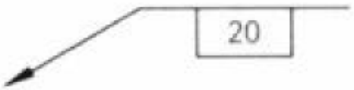
Este símbolo é chamado cauda e traz informações a respeito de procedimentos, especificação e normas estabelecidos por associações de soldagem. Essas indicações são compostas de algarismos e letras, representativos do procedimento.
Se não for necessária nenhuma especificação, o desenho da cauda pode ser dispensado.
O símbolo da solda por costura é representado como um círculo colocado no meio da linha de referência e representa dois traços horizontais que cortam o círculo, um acima e outro abaixo da linha de referência, como podemos verificar na figura 15.7.

15.7– Solda por Costura

O símbolo de solda em ângulo é representado por um triângulo retângulo posto acima ou abaixo da linha de referência, conforme a figura **15.8**.

15.8– Solda em Ângulo

A solda de tampão é representada por um retângulo colocado acima ou abaixo da linha de referência, conforme a figura 15.9. O retângulo pode conter algarismos, indicando a medida do enchimento em milímetros; a omissão da medida indica que o enchimento é total.



15.9– Solda em Tampão

Para simbolizar a solda por ponto, utiliza-se um círculo colocado no meio da linha de referência, como verificamos na figura 15.10.

15.10– Solda por Ponto

O símbolo da solda de revestimento é representado por dois semicírculos colocados abaixo da linha de referência e indica que uma ou mais camadas de cordão necessárias, uma ao lado da outra, como vemos na figura 15.11.

15.11– Solda de Revestimento

O símbolo de solda por projeção é representado como um círculo colocado tangencialmente à linha de referência, acima ou abaixo dela, conforme a figura 15.12.

15.12– Solda por Projeção

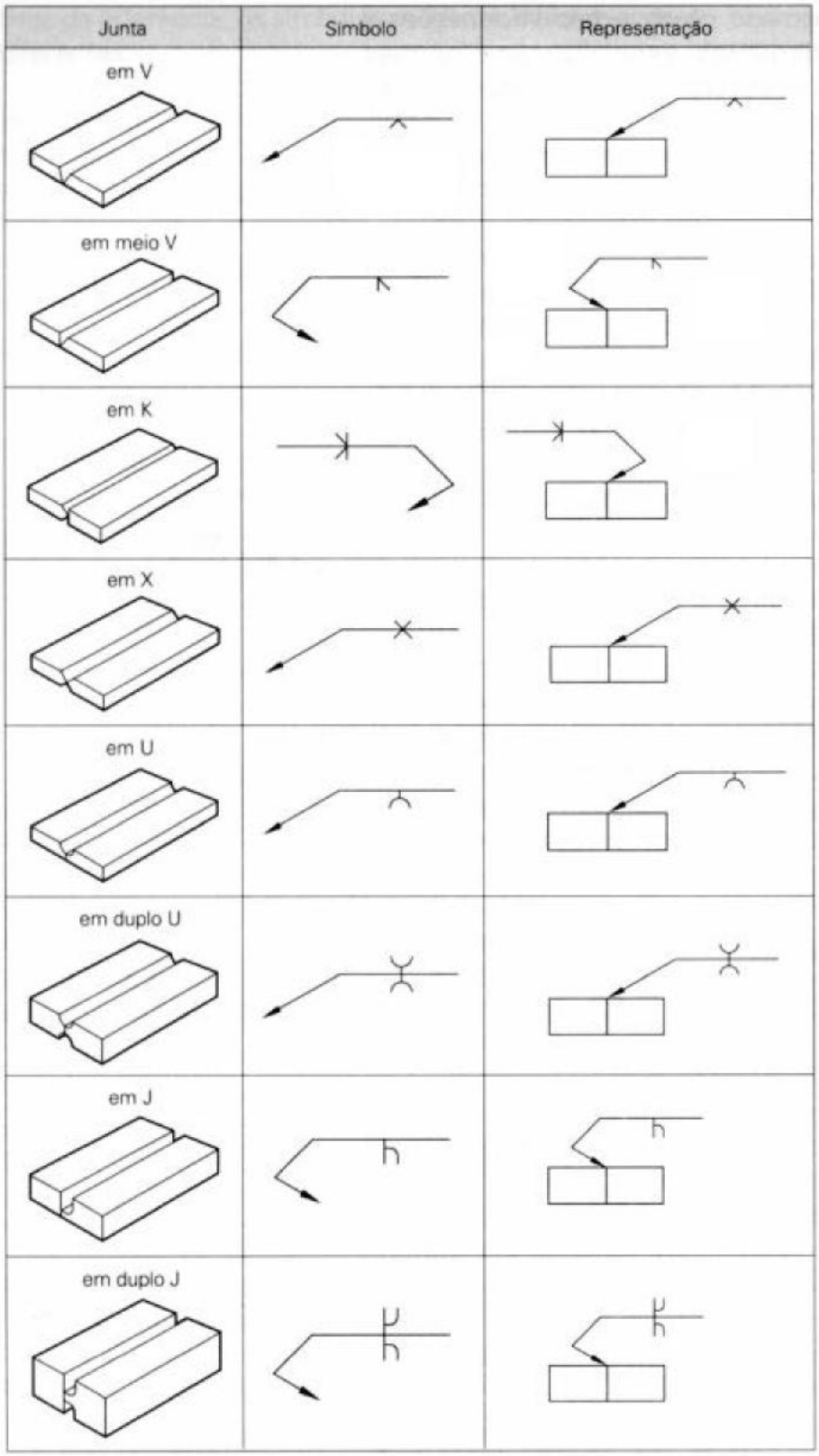
O símbolo da solda de junta sem chanfro é representado por duas linhas verticais, em um dos lados ou nos dois lados da linha de referência, como verificado na figura 15.13.

15.13– Solda de Junta sem Chanfro

Os símbolos das juntas com chanfro são: V ou X, meio V ou K, U ou duplo U, J ou duplo J. O chanfro de uma junta é indicado por meio desses símbolos, colocados na linha de referência.
Os variados tipos de juntas com chanfro, seus respectivos símbolos e as representações deles nas juntas podem ser vistos no Tabela

15.1.

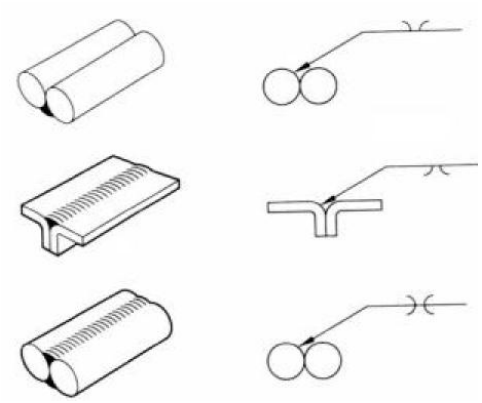
15.1– Juntas com Chanfro em V, X, meio V ou K, U, duplo U, J ou duplo J (Soldagem – coleção Senai 1ª ed. p. 376)



O símbolo da junta com uma face convexa é o desenho de um quarto de circunferência ao lado de uma linha vertical, colocados acima, abaixo ou em ambos os lados da linha de referência. Indica que a face de um ou dos dois membros da junta é arredondada, como na figura 15.1.

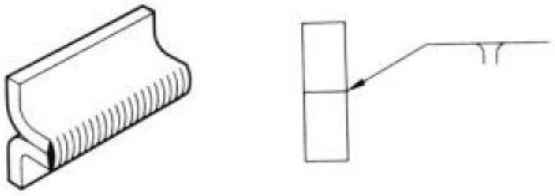
15.14– Junta com uma Face Convexa

Se as duas faces forem convexas, o símbolo será de dois desenhos de um quarto de circunferência colocados acima, abaixo ou em ambos os lados da linha de referência, como na figura 15.15.



15.15– Solda em Duas Faces Convexas

O símbolo da solda de fechamento ou de aresta, verificado na figura 15.16, pode ser representado de duas maneiras: no caso de peças curvas ou flangeadas, há duas linhas verticais com ponta curva, acima ou abaixo da linha de referência. Indica que a preparação da junta deve prever uma aresta.

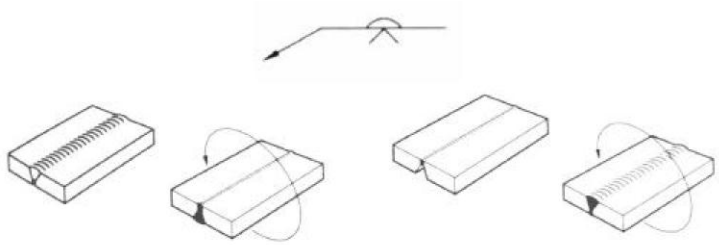


15.16– Solda de Fechamento ou de Aresta

No caso de uma peça curva ou flangeada e uma peça plana, a representação é de duas linha, sendo uma reta, vertical, e outra reta com ponta curva, acima ou abaixo da linha de referência, como na figura 15.17.

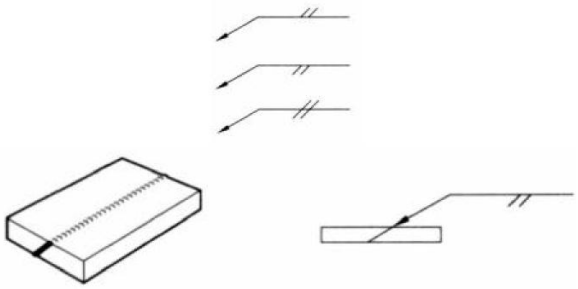
15.17– Solda em Peça Curva ou Flangeada e uma Peça Plana

O símbolo da solda de suporte, como vemos na figura 15.18, é um semicírculo colocado acima ou abaixo da linha de referência e do lado oposto ao do símbolo do chanfro.
Indica que um cordão extra de solda deve ser feito na raiz do chanfro. O cordão extra pode ser feito antes ou depois do preenchimento do chanfro; a seqüência de soldagem é indicada pelas linhas de referência.



15.18– Solda de Suporte

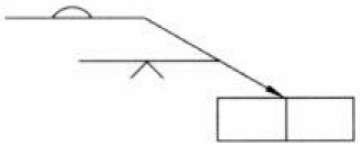
O símbolo da solda de encaixe para junta brasada é representado por duas linhas retas inclinadas, colocadas acima, abaixo ou em ambos os lados da linha de referência, como indicado na figura 15.19.



15.19– Solda de Encaixe para Junta Brasada

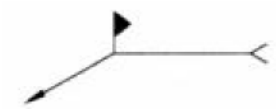
Símbolos Suplementares

A simbologia de soldagem utiliza também símbolos suplementares para fornecer informações mais detalhadas a respeito do tipo de trabalho a ser feito.
As linhas múltiplas de referência, representadas na figura 15.20, são utilizadas para conter as informações a respeito das operações sucessivas de soldagem. A ordem em que essas operações devem ser executadas é determinada pela proximidade da linha em relação à seta; a primeira operação será aquela indicada pela linha mais próxima e assim sucessivamente.



15.20 – Linhas Múltiplas de Referência

O símbolo de solda no campo é representado por um triângulo cheio, ligado a um traço vertical e indica que a junta deve ser soldada no final da montagem do conjunto; isto acontece no caso de soldagem de conjuntos formados por peças muito grandes que só podem ser montadas na obra; a ponta do triângulo ou bandeira deve estar sempre em posição oposta à linha de seta, conforme a figura 15.21.

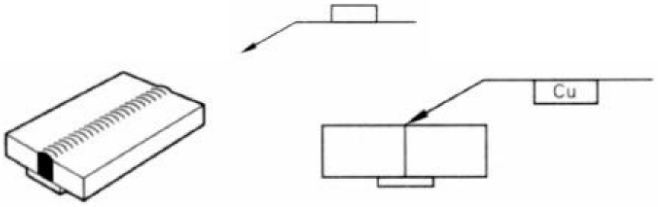


15.21 – Solda em Campo

O símbolo de solda em todo contorno, como verificado na figura 15.22, é representado por um círculo colocado na intersecção da linha de referência com a linha de seta e indica que todo o local ao redor da junta deve ser soldado; este tipo de soldagem geralmente acontece com junta em T.

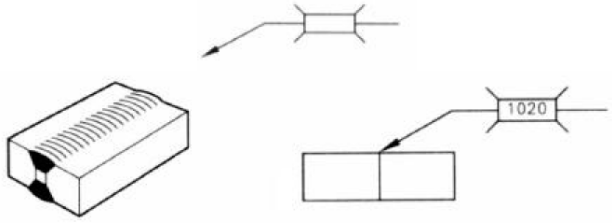
15.22 – Solda em todo o Contorno

O símbolo do cobre-junta é representado por um retângulo colocado acima ou abaixo da linha de referência, de acordo com a direção indicada pela seta, e pode conter o símbolo químico ou a classificação do material utilizado, como na figura 15.23. Este símbolo indica que um material deve ser colocado na raiz da junta para servir de suporte para o metal fundido.



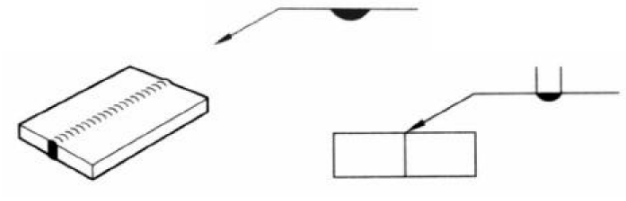
15.23 – Cobre-Junta

O símbolo com espaçador é um retângulo que um material igual ao metal de base, que fará parte da fusão, deverá ser inserido, como representado na figura 15.24. O símbolo é colocado no meio da linha de referência e pode conter a indicação do material utilizado.



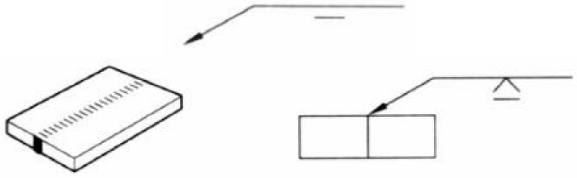
15.24– Material de Adição Igual ao Metal de Base

O símbolo de solda de um lado com projeção no lado oposto é representado por um semicírculo cheio e indica um excesso de solda exigido no lado oposto do cordão. O símbolo é colocado acima ou abaixo da linha de referência, conforme a exigência do desenho do projeto, como na figura 15.25.



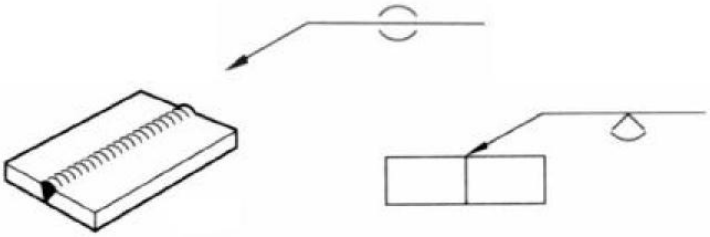
15.25 – Solda de um Lado com Projeção no Lado Oposto

O símbolo de perfil de solda nivelado é representado por um traço horizontal colocado no símbolo de chanfro e diz respeito ao acabamento exigido para a solda, conforme a figura 15.26. Quando o perfil nivelado é requerido, o cordão de solda deve ficar no nível da peça.



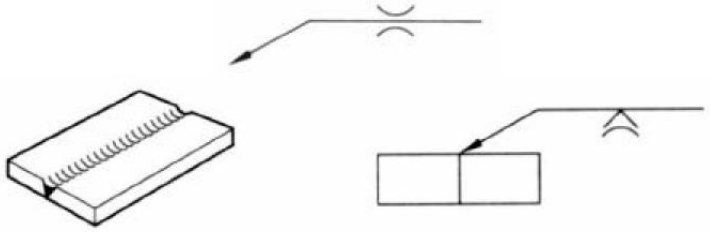
15.26 – Perfil de Solda Nivelado

O símbolo de perfil de solda convexo é representado por um arco colocado no símbolo de chanfro e significa que o cordão deve apresentar um excesso de material, como na figura 15.27.



15.27 – Perfil de Solda Convexo

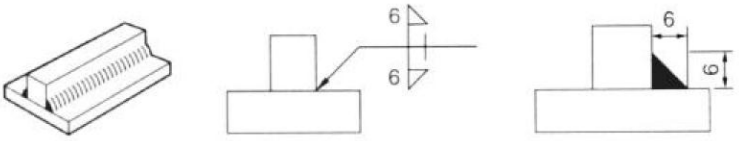
O símbolo de solda côncava é representado por um arco colocado no símbolo de chanfro e indica que o cordão de solda deve apresentar uma concavidade ou depressão em relação à superfície da peça, conforme a figura **15.28**.



15.28 – Solda Côncava

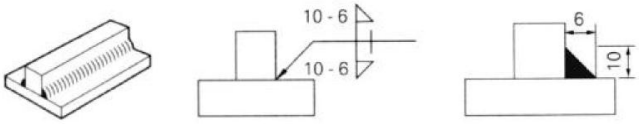
Dimensões da Solda

As dimensões da solda são representadas por números colocados ao lado do símbolo ou dentro dele e indicam a altura da perna da solda, a profundidade ou ângulo do chanfro a ser feito, a abertura da raiz, a penetração de solda ou garganta efetiva, o comprimento e o espaçamento do cordão de solda.
A medida da perna é colocada à esquerda do símbolo, como na figura 15.29. Quando se tratar de solda executada nos dois lados, cotam-se os dois símbolos e as duas medidas, sejam elas iguais ou diferentes.



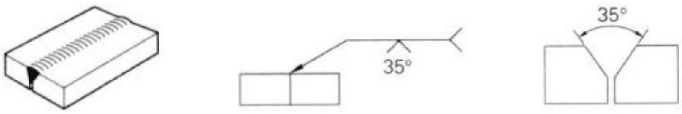
15.29 – Solda Executada dos Dois Lados

No caso de solda de pernas desiguais, as cotas devem indicar primeiro a altura da perna e depois o seu comprimento.



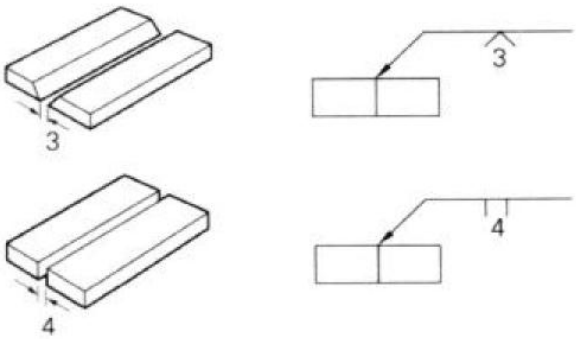
15.30 – Solda de Pernas Desiguais

A medida do ângulo é colocada dentro do símbolo do chanfro. A medida da profundidade do chanfro a ser feito é colocada do lado esquerdo do símbolo, como na figura 15.31.



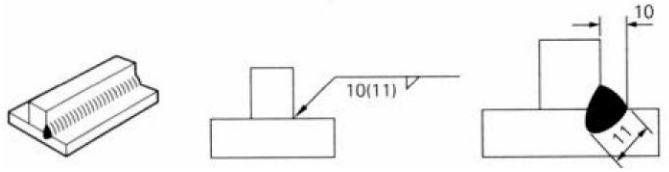
15.31 – Medida do Ângulo e Medida da Profundidade do Chanfro

Abertura de raiz é a distância, na raiz da junta, entre as duas peças a serem soldadas.
A medida é colocada dentro do símbolo que representa a junta, como na figura 15.32.



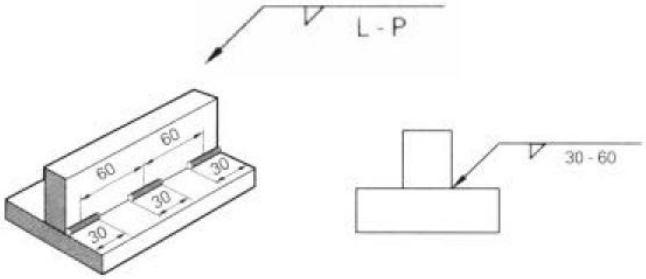
15.32 – Medida da Abertura de Raiz

A medida de penetração ou garganta efetiva é colocada à esquerda do símbolo de solda, entre parênteses, como representado na figura 15.33.



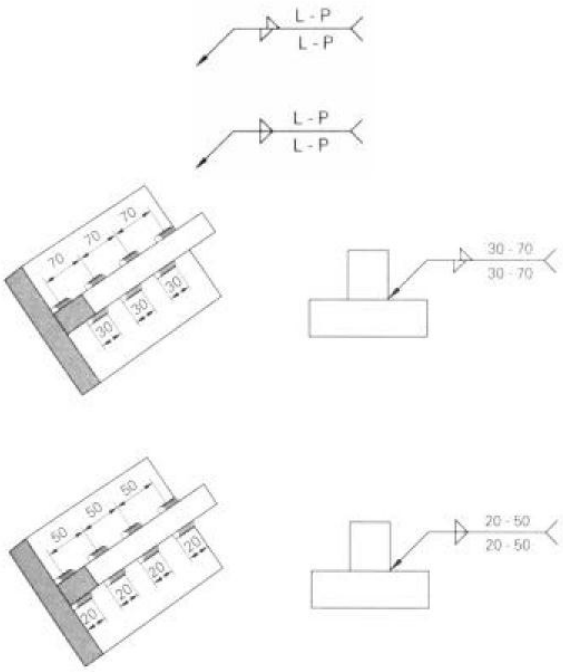
15.33 – Medida de Penetração ou Garganta Efetiva

A dimensões de comprimento e espaçamento, nesta ordem, são indicadas no lado direito do símbolo, separadas por um traço; o comprimento é conhecido pela letra L, da palavra inglesa “length”, e o espaçamento é identificado pela letra P, de “pitch”; estas letras podem aparecer na descrição do projeto, com as indicações das respectivas dimensões, como na figura 15.34.



15.34 – Dimensões de Comprimento e Espaçamento

O espaçamento de uma solda descontínua também é indicado à direita do símbolo; no caso de solda descontínua coincidente, o símbolo é colocado acima e abaixo da linha de referência. A dimensão do espaçamento de uma solda descontínua intercalada também é indicada à direita do símbolo, seguida pela dimensão do comprimento, conforme a figura 15.35.

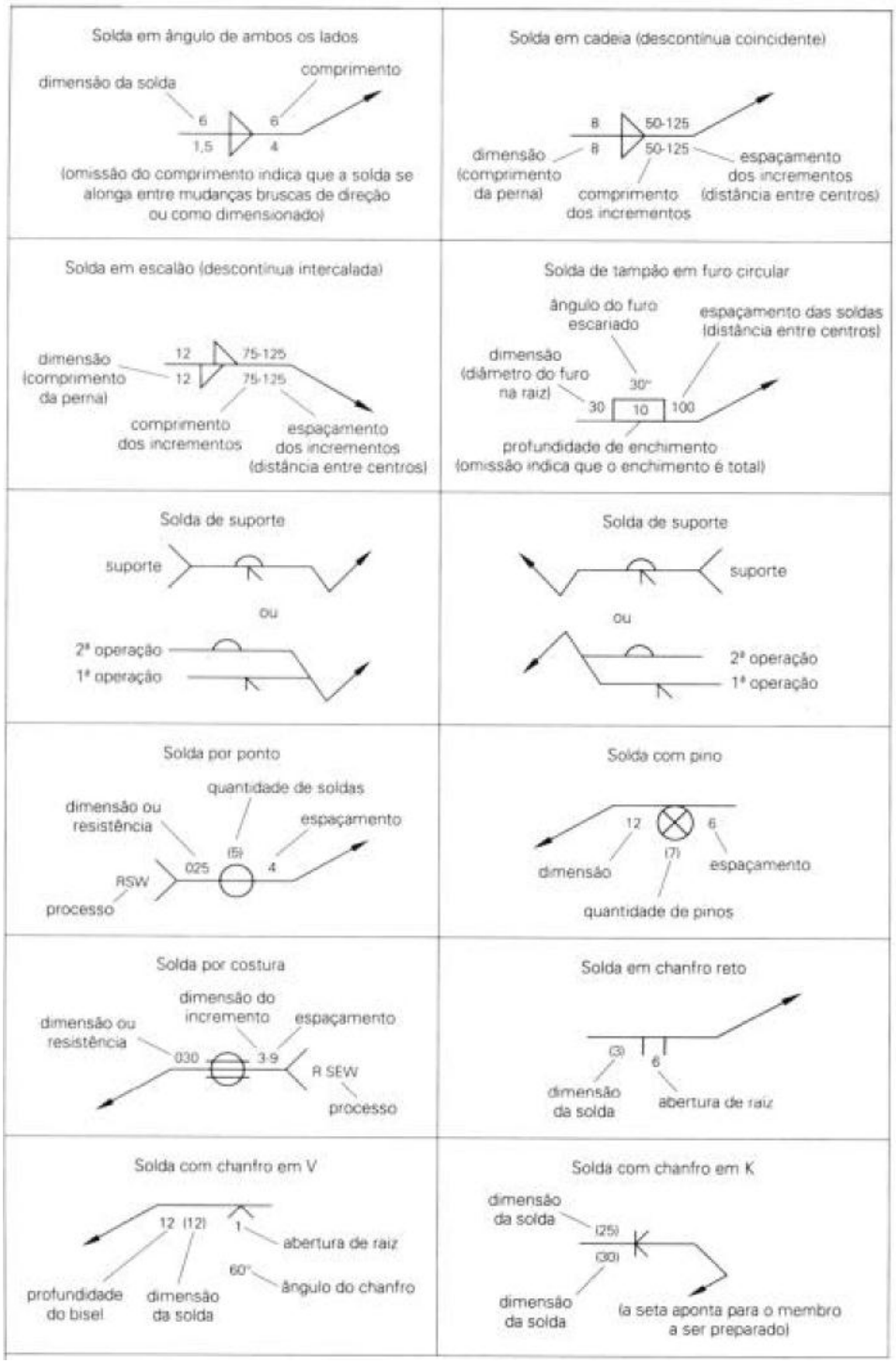


15.35 – Espaçamento de Soldas Descontínuas

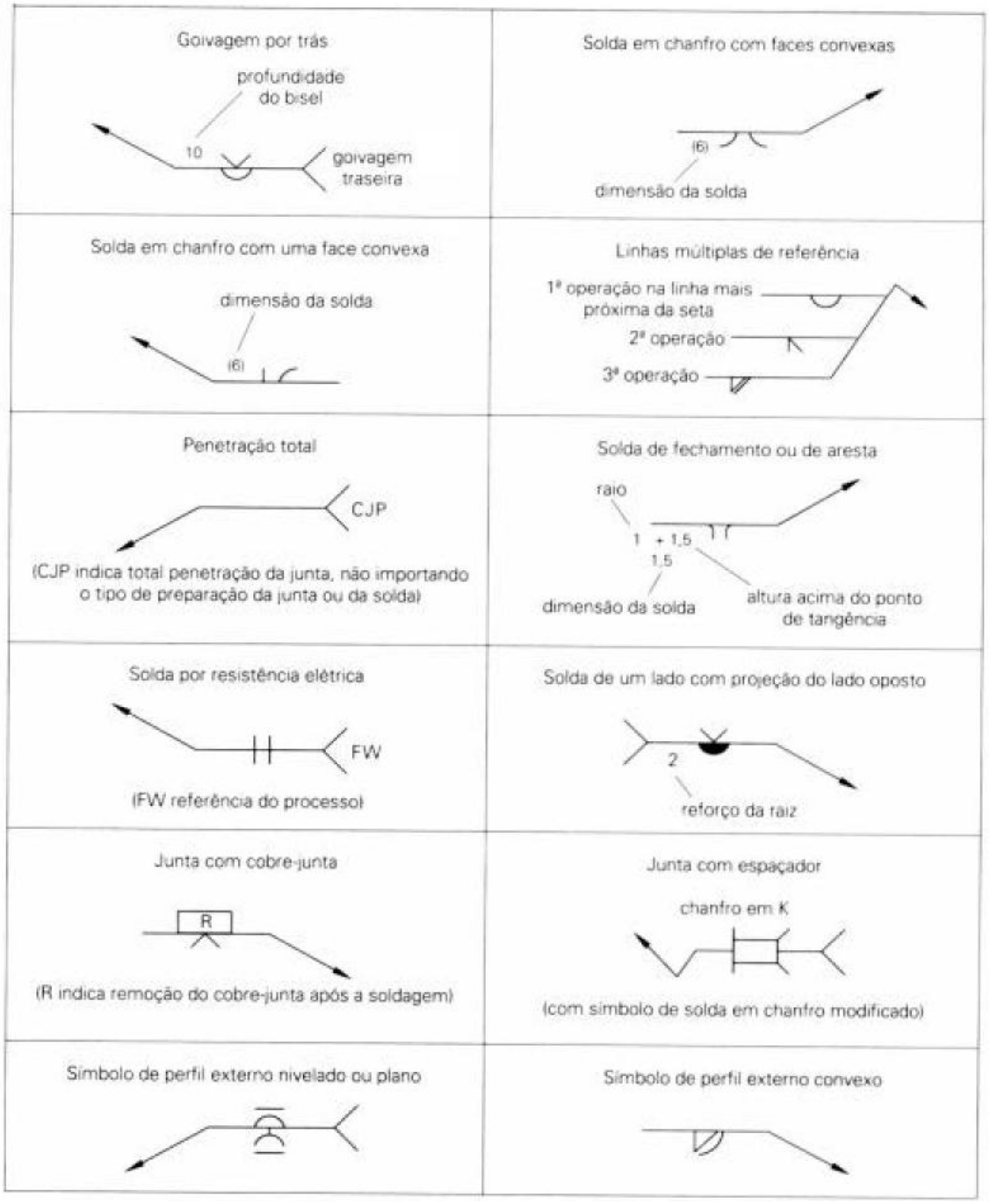
Símbolos Típicos

Os símbolos típicos indicam os procedimentos mais usuais de soldagem e trazem indicações, colocadas nos símbolos básicos, que são relacionadas a detalhes do processo, tais como abertura de ângulo, dimensões de solda, de espaçamento entre centros de incrementos, altura do depósito e outras, conforme segue nas Tabelas 15.2 – Visão Geral dos Símbolos Típicos da Soldagem – AWS15.2 e 15.3.

15.2 – Visão Geral dos Símbolos Típicos da Soldagem – AWS (Soldagem – coleção Senai 1ª ed. p.382)



15.3 – Visão Geral dos Símbolos Típicos da Soldagem – AWS (Soldagem – coleção Senai 1ª ed. p.383)



Símbolos de Ensaios Não-Destrutivos

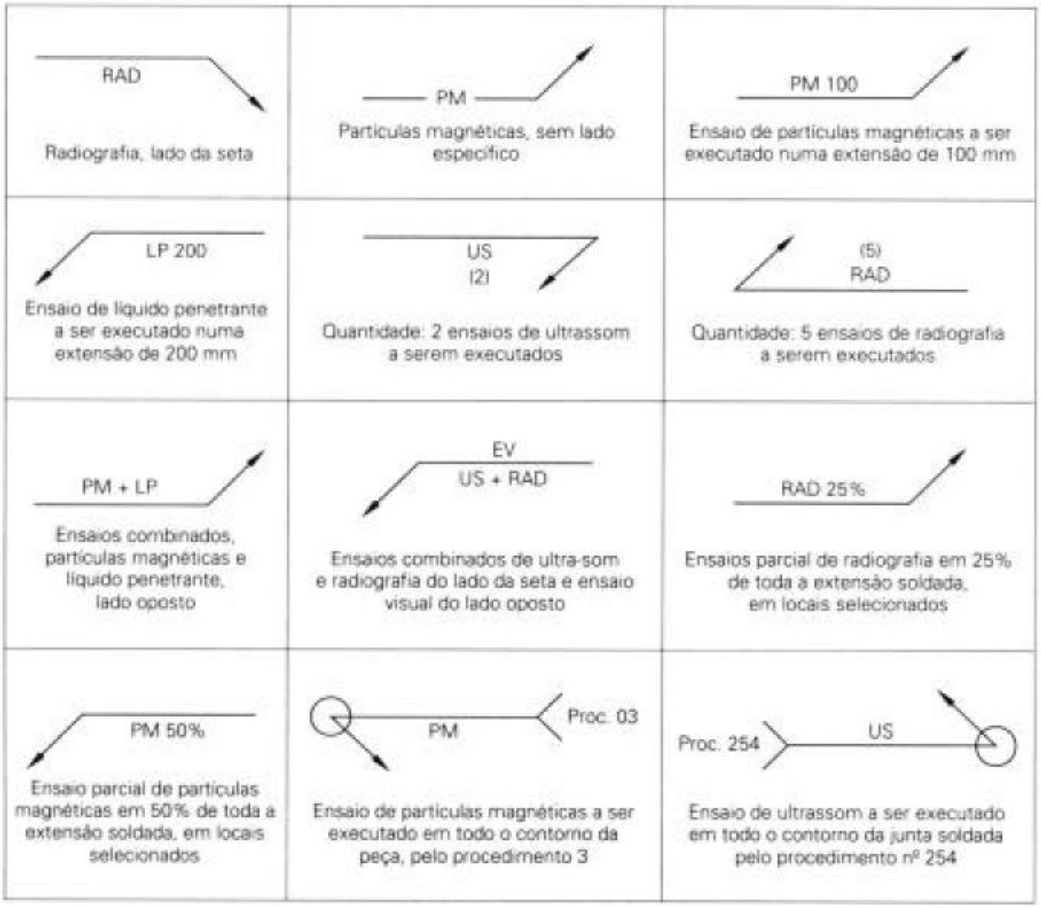
Os símbolos utilizados para representar os ensaios não destrutivos são semelhantes aos de soldagem; existem os símbolos básicos, como linha de referência, de seta, cauda, no caso de haver um procedimento ou especificação, e os suplementares, como os suplementares, como os algarismos indicativos da quantidade de ensaios, as siglas representativas de cada tipo de ensaio, o local onde o ensaio deve ser feito e o comprimento da secção a ser examinada.
Os diversos tipos de ensaios não-destrutivos são designados por letras ou siglas e aparecem na parte inferior do conjunto de símbolos. As notações empregadas seguem as normas AWS e Petrobrás, conforme a Tabela 15.4.

15.4 – Notações dos Ensaios Não-Destrutivos, segundo as normas AWS e Petrobrás

	AWS	Petrobrás
Radiografia	RT	RAD
Ultra-som	UT	US
Partículas Magnéticas	MT	PM
Líquido Penetrante	PT	LP
Teste de Estanqueidade	LT	ES
Inspeção Visual/ Dimensional	VT	EV
Testes Por Pontos	–	TP

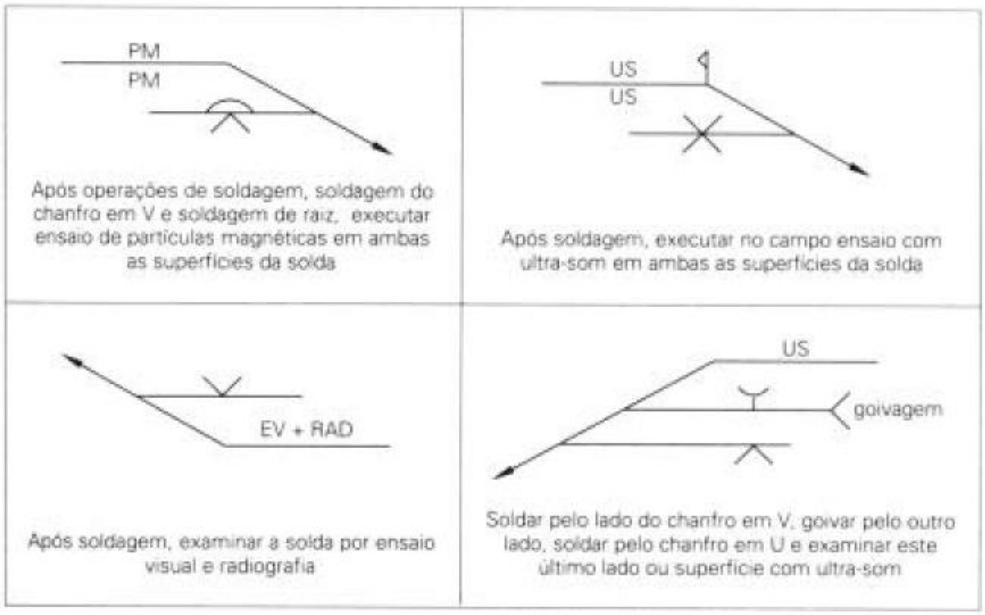
As figuras na Tabela 15.5 indicam diversos tipos de símbolos de ensaios não-destrutivos (Petrobrás). Quando não houver obrigatoriedade de executar o ensaio de um lado determinado, os símbolos serão colocados na interrupção da linha de referência.

15.5 – Símbolos de Ensaios Não-Destrutivos conforme Norma Petrobrás (Welding Handbook – 5ª ed. p.56)



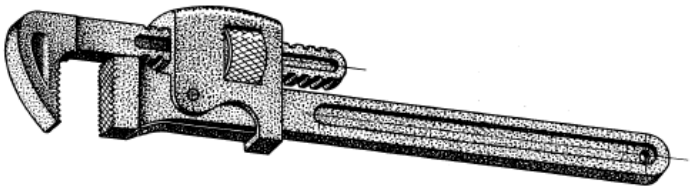
Os símbolos de ensaios não-destrutivos são combinados com os símbolos de soldagem, como pode-se analisar na Tabela 15.6.

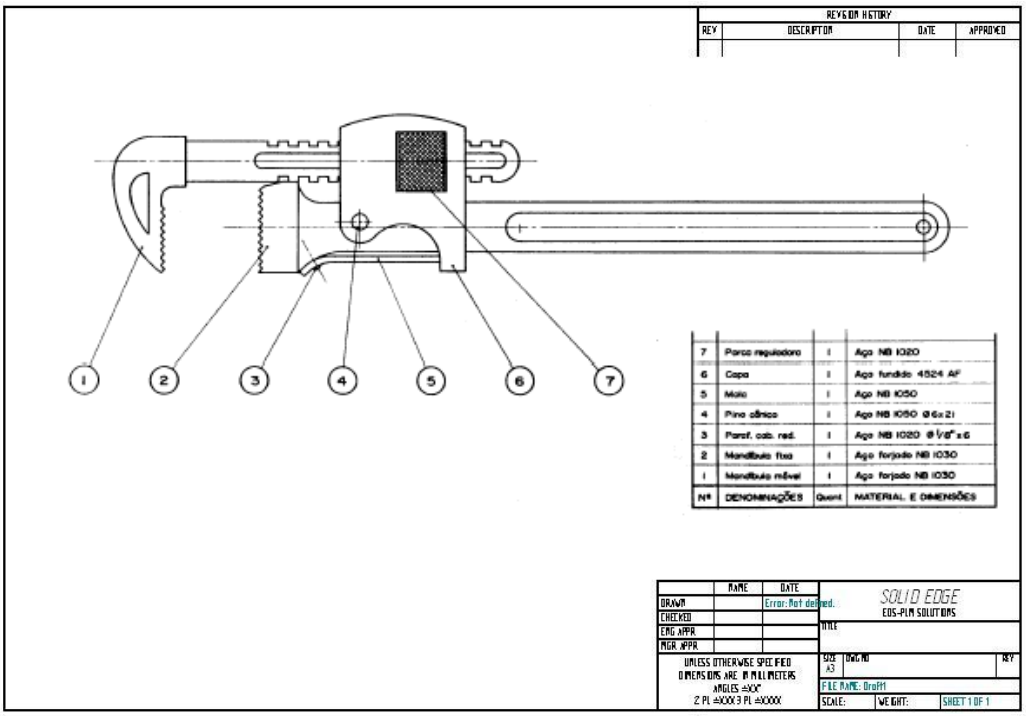
15.6 – Ensaios Não-Destrutivos e Símbolos de Soldagem (Soldagem – Coleção Senai 1ª ed.p.385)

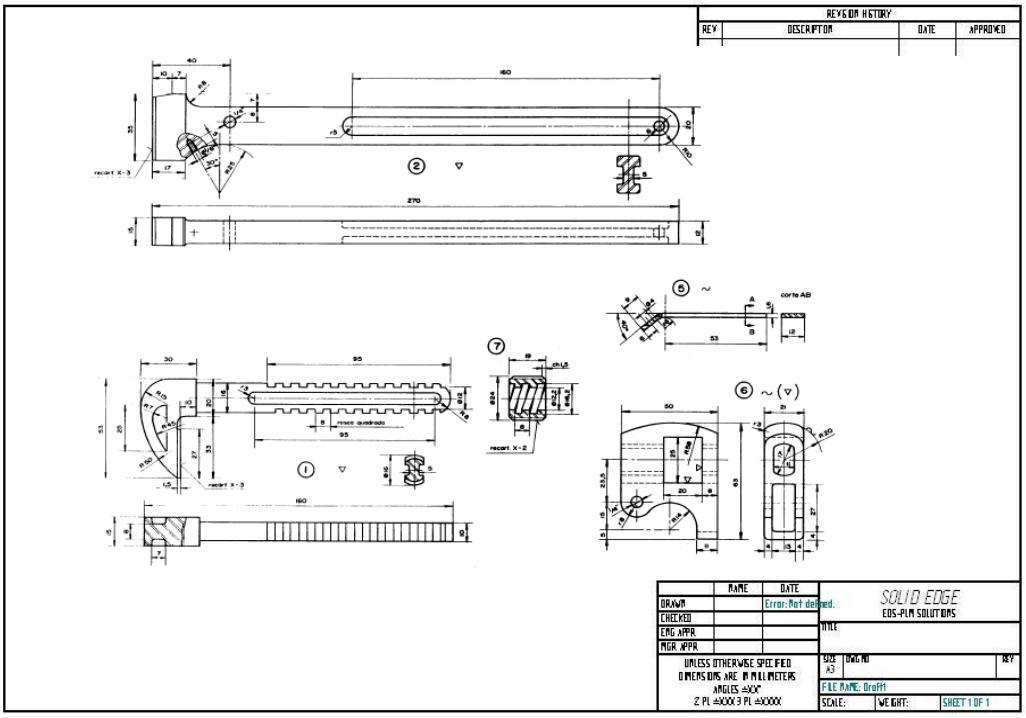


16. Exemplos De Desenhos Técnicos

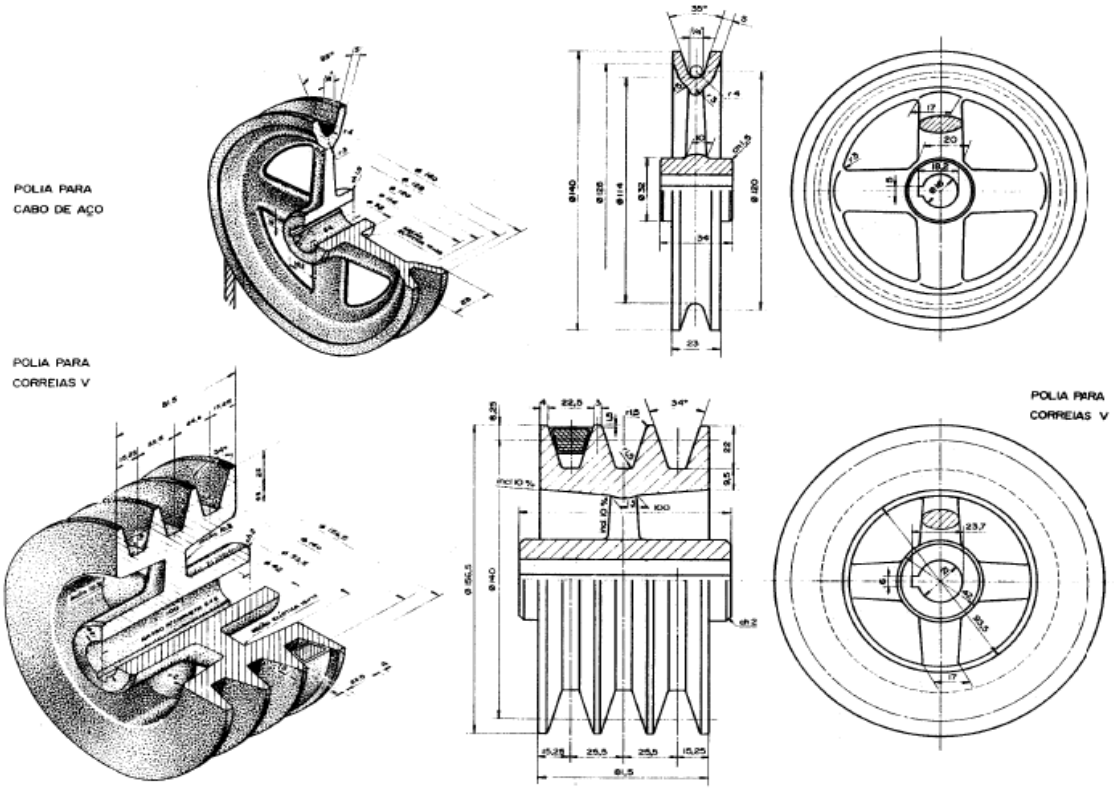
Chave de grifo



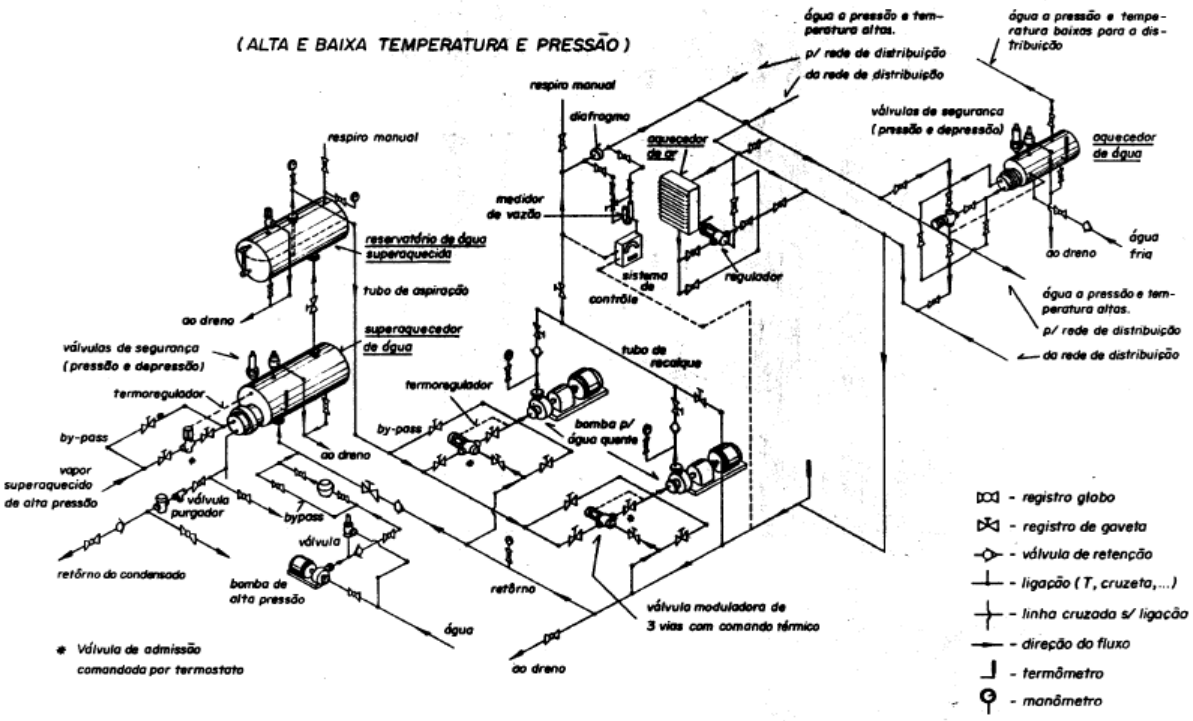


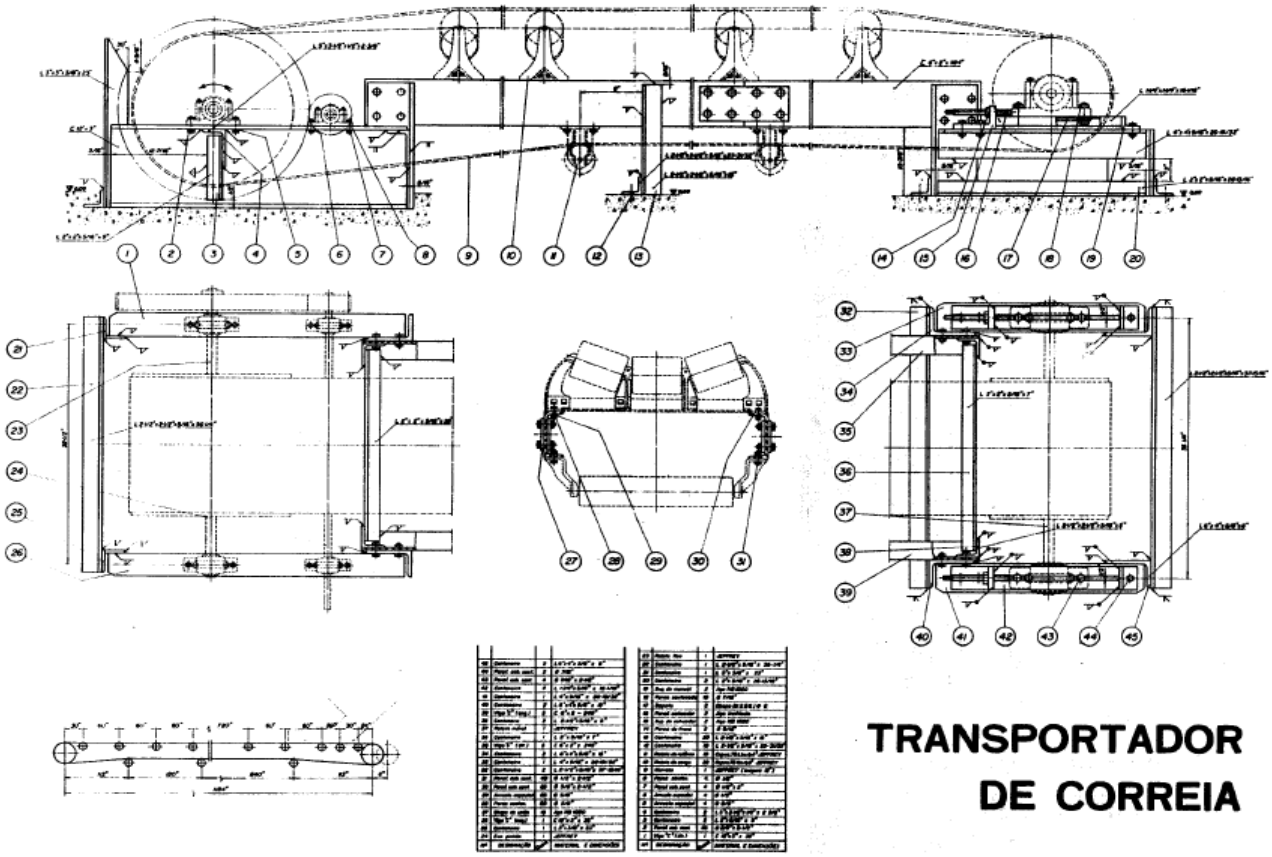


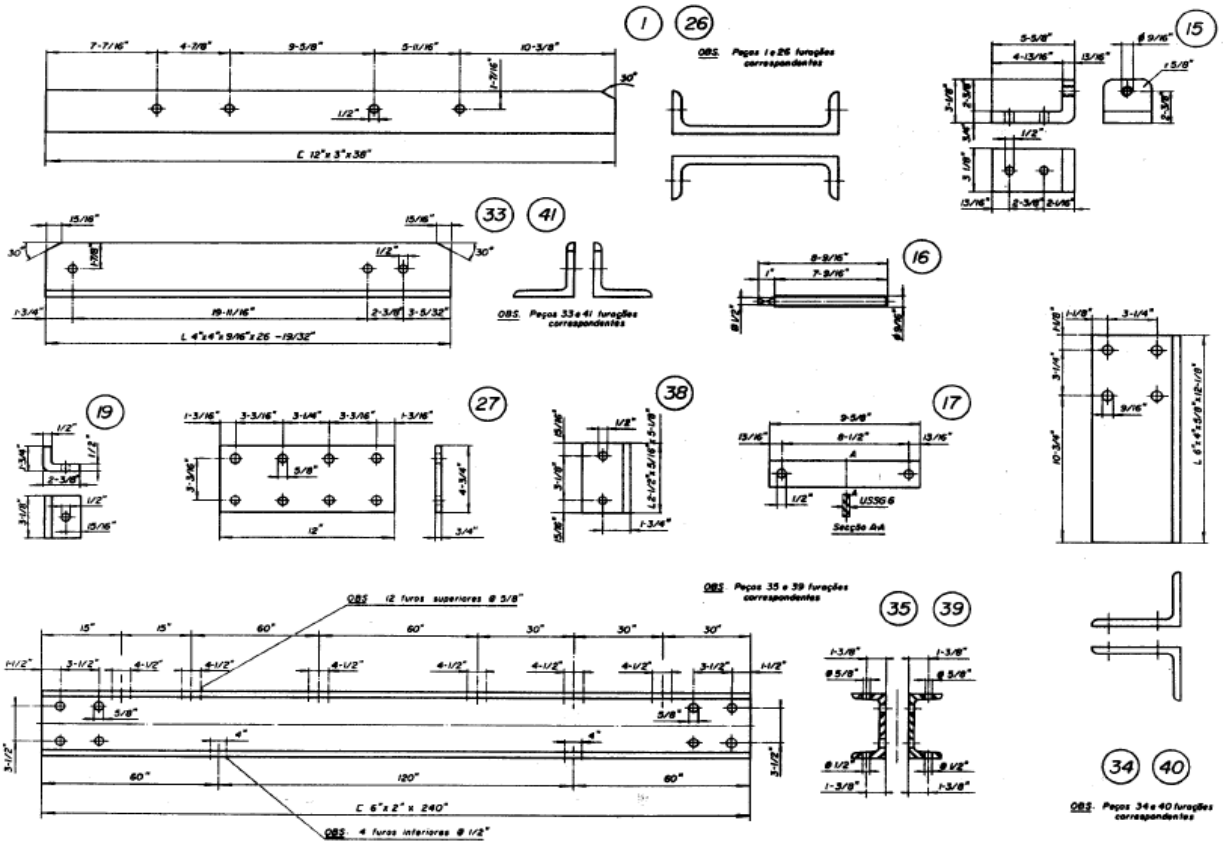
Polias



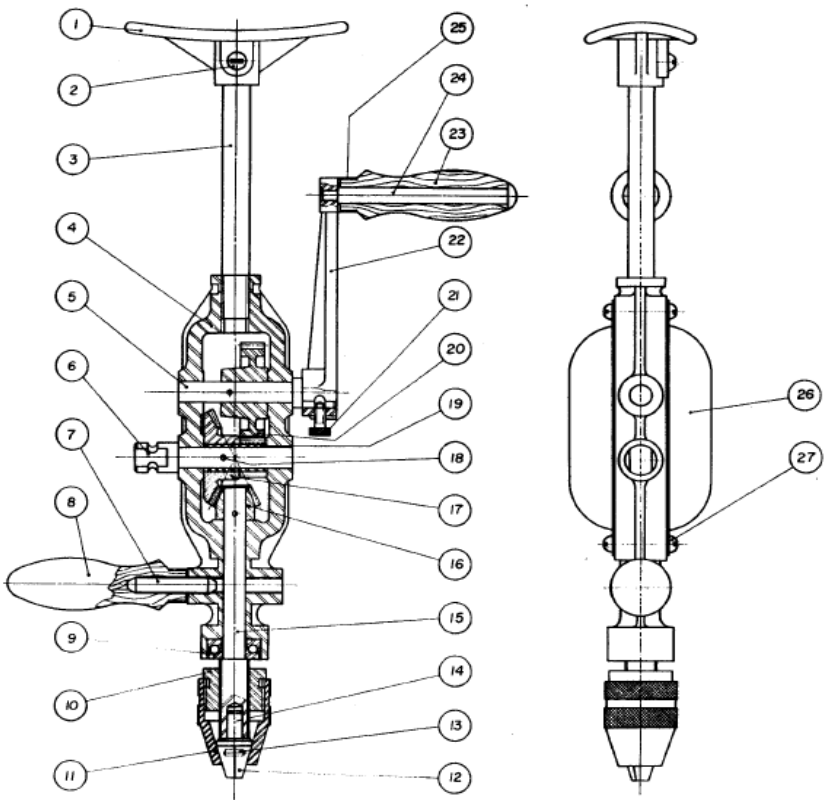
INSTALAÇÃO DE ÁGUA QUENTE



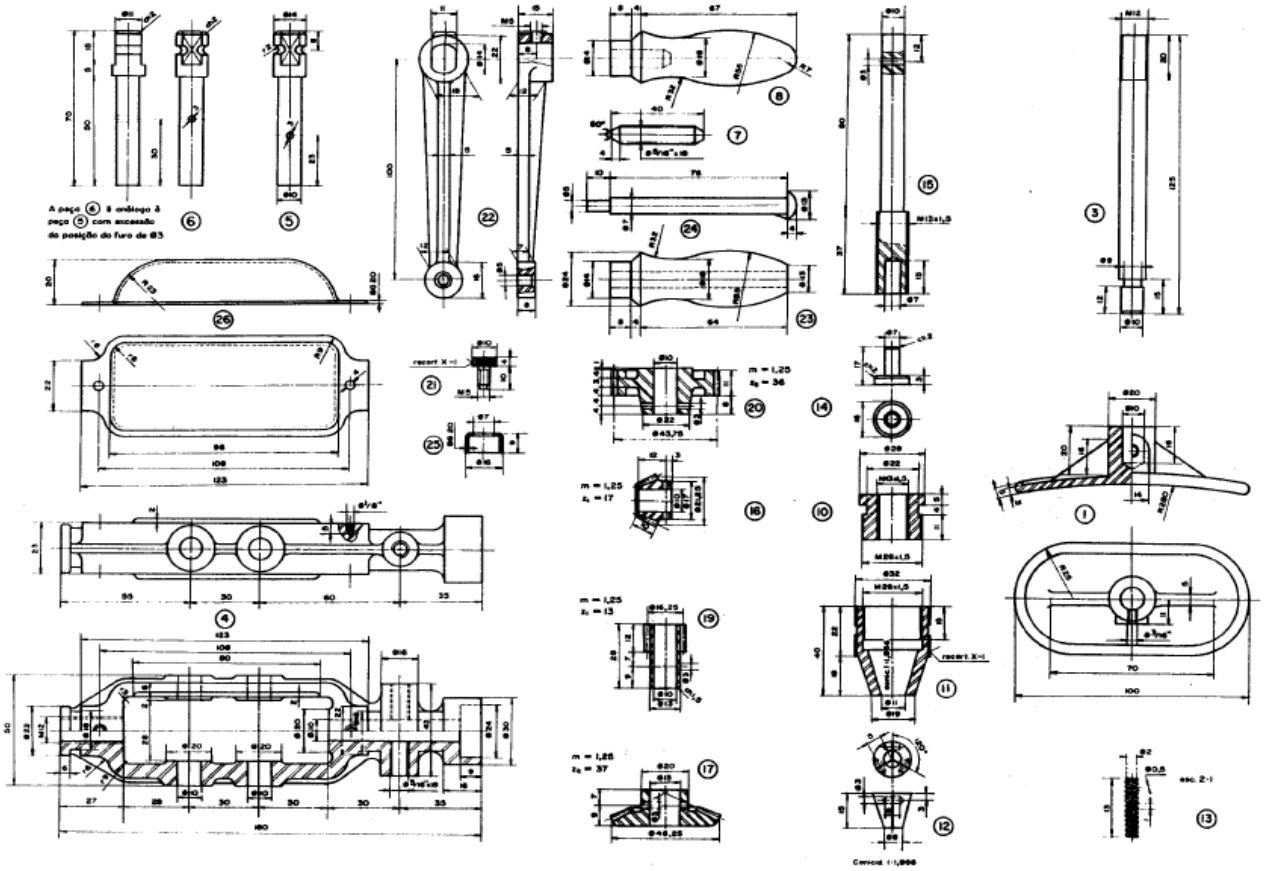

TRANSPORTADOR
DE CORREIA


OBS. Peças 1 e 26 furações correspondentes
OBS. Peças 33 e 41 furações correspondentes
OBS. Peças 35 e 39 furações correspondentes
OBS. 12 furos superiores Ø 5/8"
OBS. 4 furos inferiores Ø 1/2"
OBS. Peças 34 e 40 furações correspondentes
Secção A-A

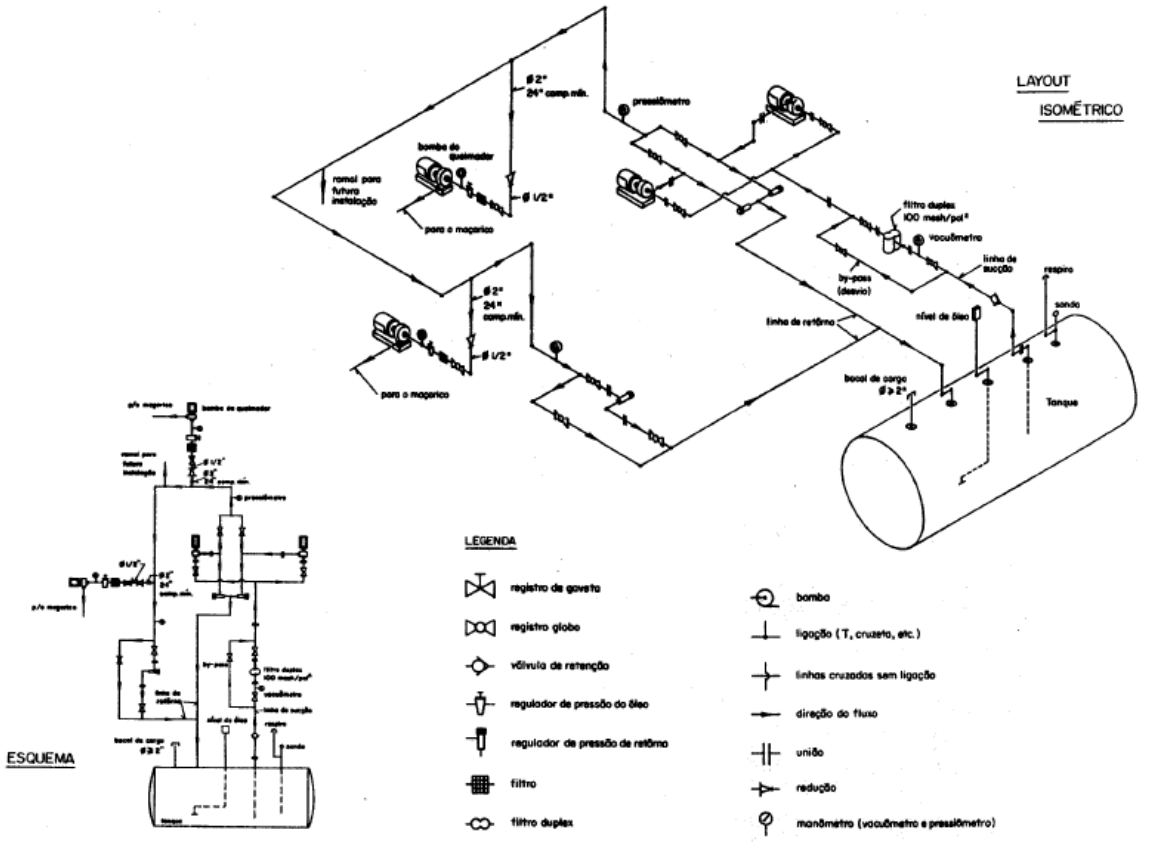
FURADEIRA MANUAL



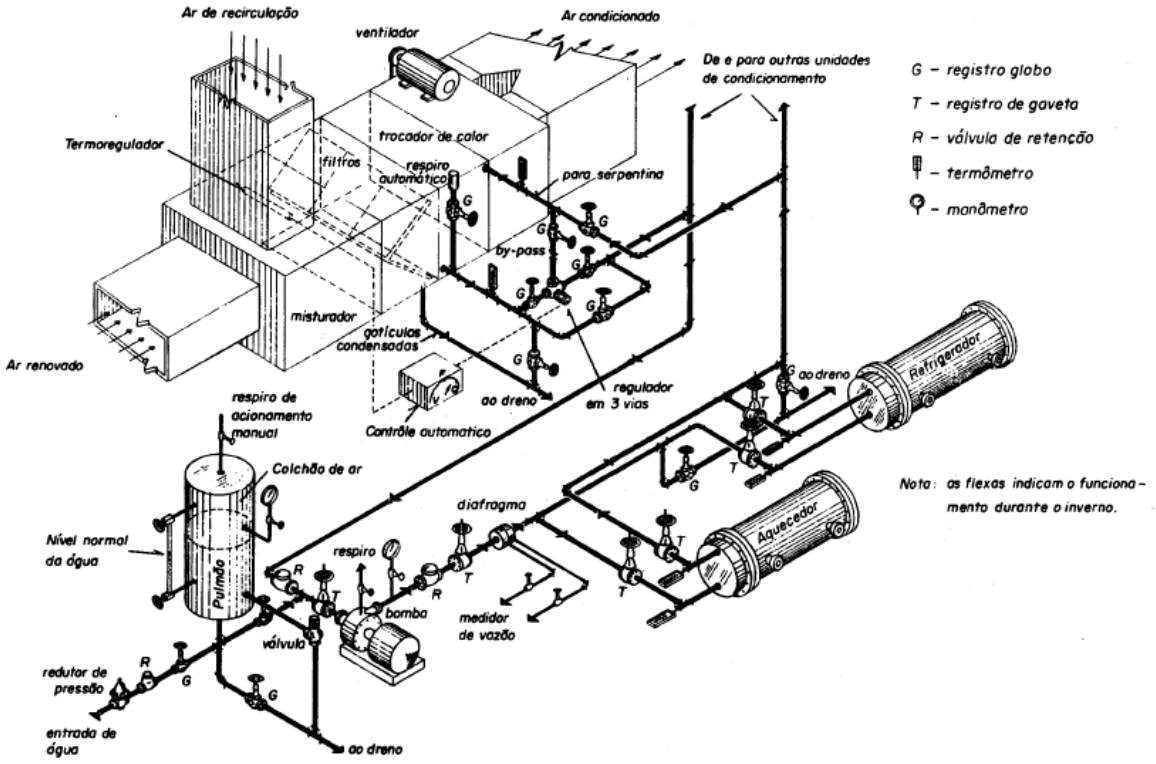
Nº	DENOMINAÇÕES	Qtd.	MATERIAL E DIMENSÕES
27	Parof. cab. red.	4	Ferro Ø1/8" x 3/16"
26	Caixa de proteção	2	Chapa preta BG # 20
25	Capa da base do punho	2	Chapa preta BG # 20
24	Pino do punho	1	Ferro
23	Punho de manivela	1	Madeira
22	Manivela	1	Aço fundido 3525 AF
21	Parof. de fixação	1	Ferro M5 x 10
20	Coroa cilíndrica	1	Aço NB 1030
19	Pinhão cilíndrico	1	Aço NB 1030
18	Pino de fix. dos engren.	3	Ferro Ø3x22
17	Coroa cônica	1	Aço NB 1030
16	Pinhão cônico	1	Aço NB 1030
15	Eixo	1	Aço NB 1020
14	Pino de expulsão	1	Aço NB 1010
13	Mola	3	Aço NB 5150
12	Castanha	3	Aço NB 1020 Rema permanente
11	Capa de mandril	1	Aço NB 1020
10	Porca reguladora	1	Aço NB 1020
9	Rolamento axial	1	SKF 51100 Ø24 x 9
8	Punho fixo	1	Madeira
7	Parof. s/cab. do punho fixo	1	Ferro Ø5/16" x 40
6	Eixo superior	1	Aço NB 1020 Ø10 x 70
5	Eixo inferior	1	Aço NB 1020 Ø10 x 70
4	Chassi	1	Aço fundido 3525 AF
3	Haste do encaixe	1	Aço NB 1010 Ø12 x 125
2	Parof. de fixação do encaixe	1	Ferro Ø 3/16" x 3/8"
1	Encaixe	1	Aço fundido 3525 AF

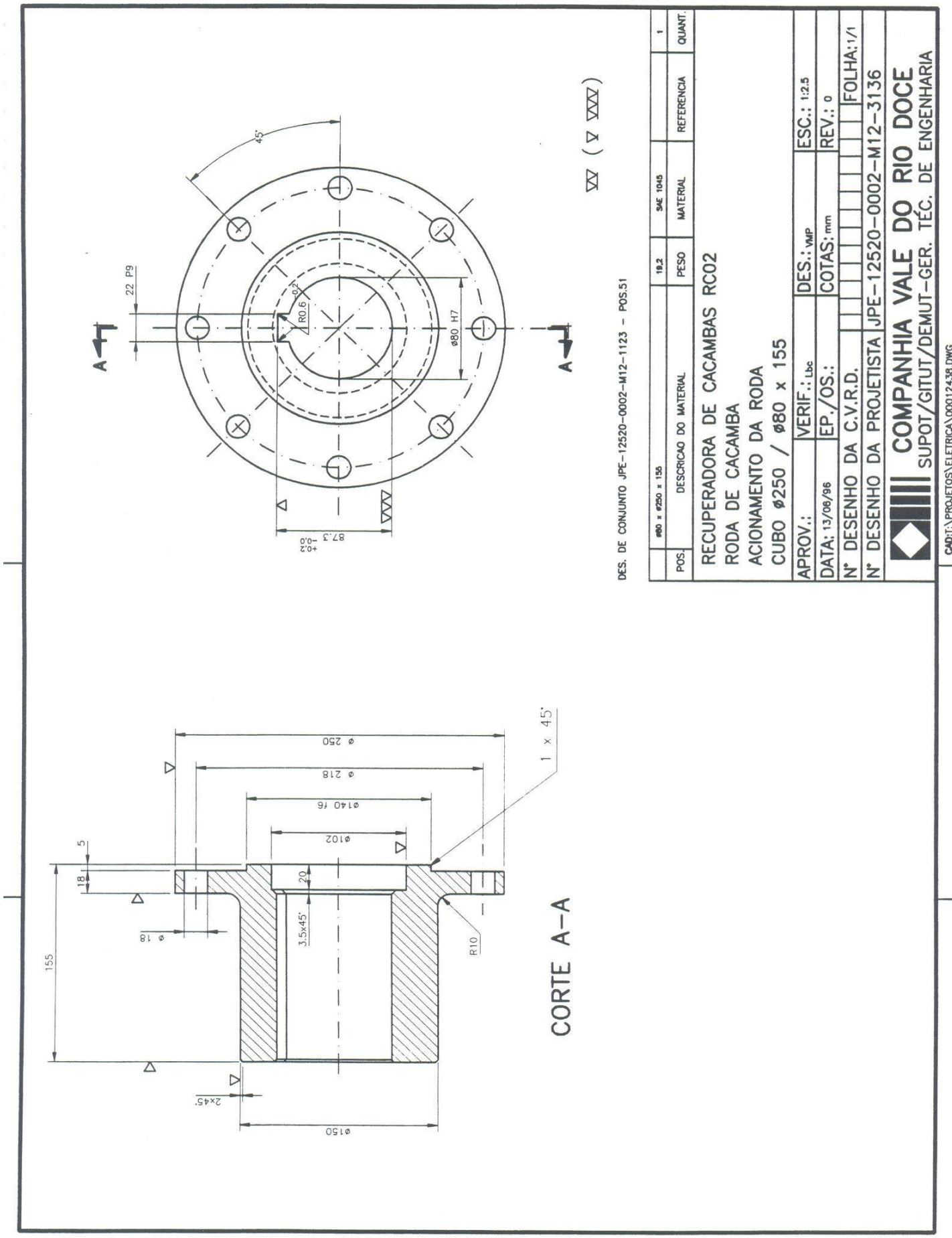


DISTRIBUIÇÃO DE ÓLEO DE QUEIMA

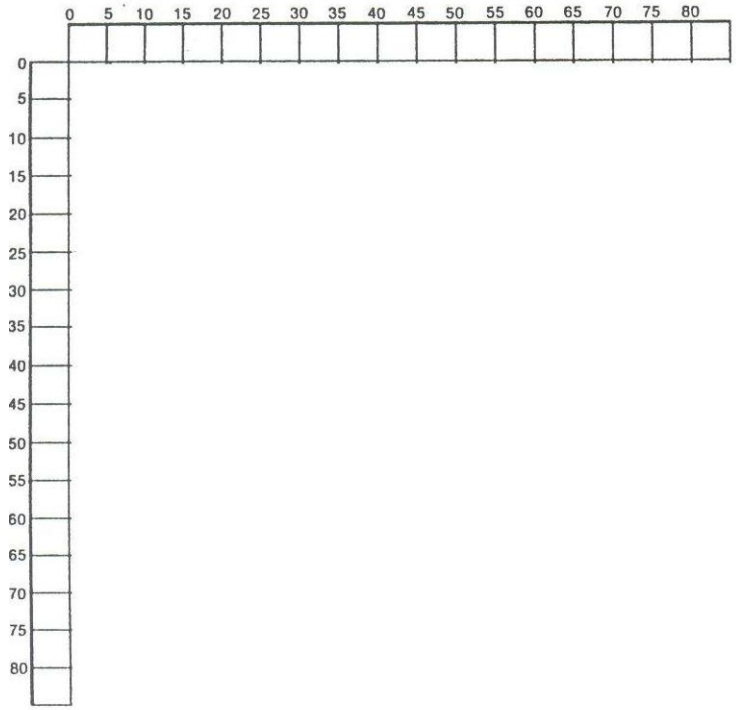


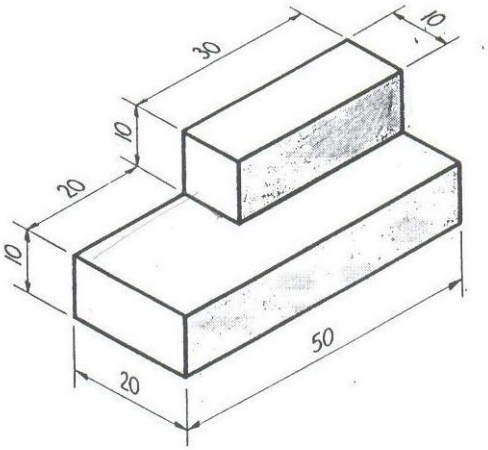
AR CONDICIONADO

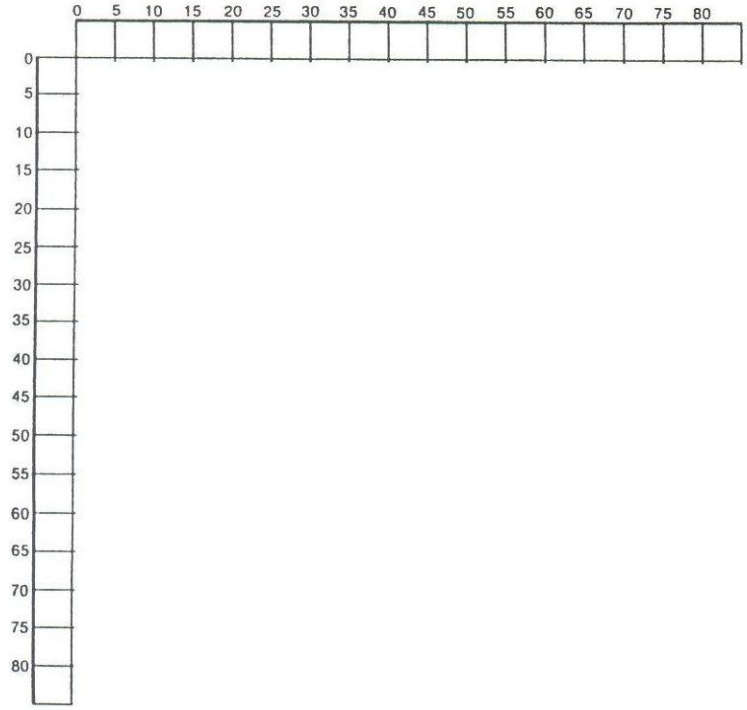


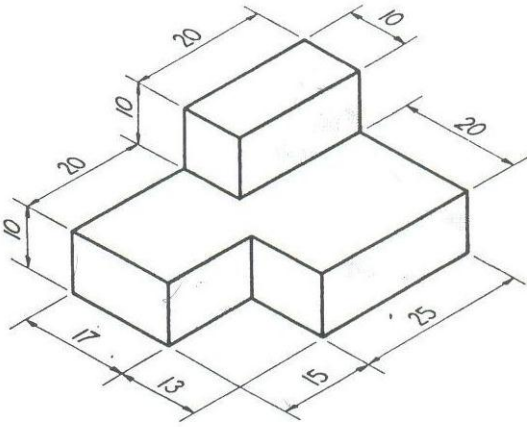

45°
22 P9
R0.6
ø80 H7
A
A
87,3 +0,2 -0,0
DES. DE CONJUNTO JPE-12520-0002-M12-1123 - POS.51
POS.
ø80 x ø250 x 155
DESCRICAO DO MATERIAL
19,2
PESO
SAE 1045
MATERIAL
1
REFERENCIA
QUANT.
RECUPERADORA DE CACAMBAS RC02
RODA DE CACAMBA
ACIONAMENTO DA RODA
CUBO ø250 / ø80 x 155
APROV.:
VERIF.: Lbc
DES.: VMP
ESC.: 1:2,5
DATA: 13/06/96
EP./OS.:
COTAS: mm
REV.: 0
N° DESENHO DA C.V.R.D.
FOLHA: 1/1
N° DESENHO DA PROJETISTA
JPE-12520-0002-M12-3136
COMPANHIA VALE DO RIO DOCE
SUPOT/GITUT/DEMUT-GER. TÉC. DE ENGENHARIA
CAD: I:\PROJETOS\ELETRICA\000124.38.DWG
ø 250
ø 218
ø140 f6
ø102
1 x 45°
5
18
20
ø 18
3,5x45°
R10
155
2x45°
ø150
CORTE A-A

Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

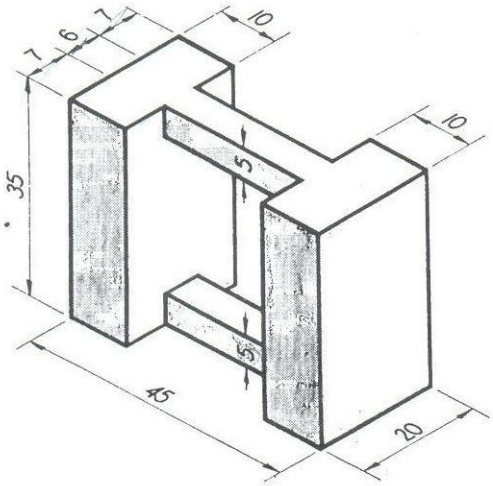


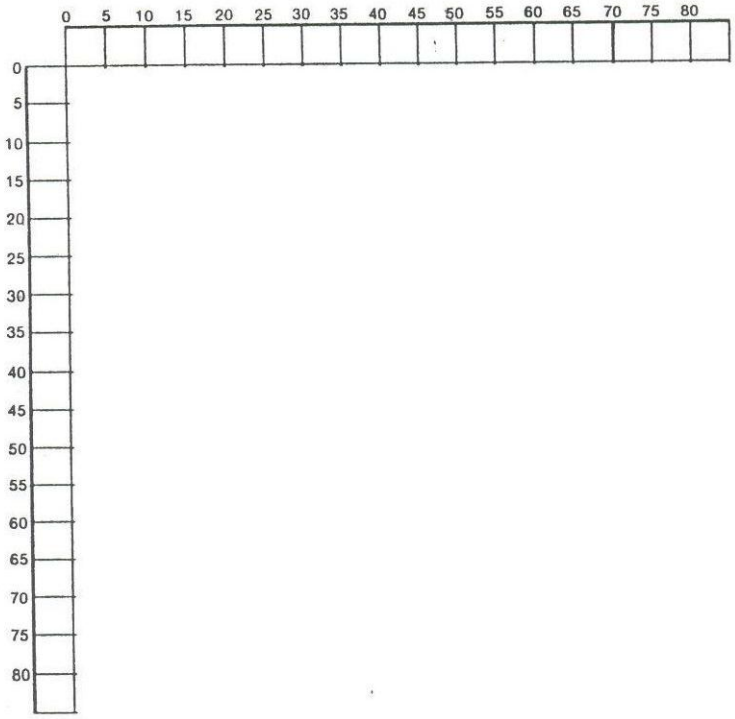


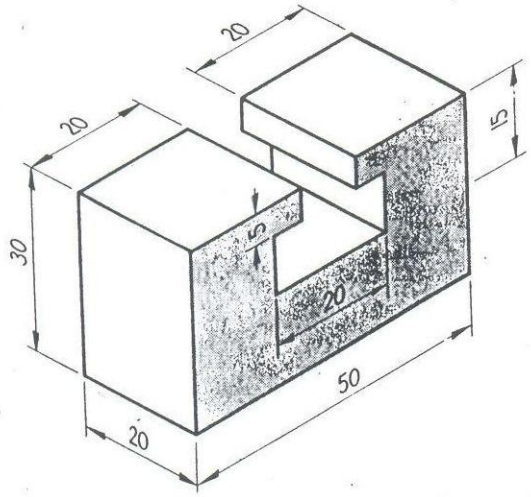


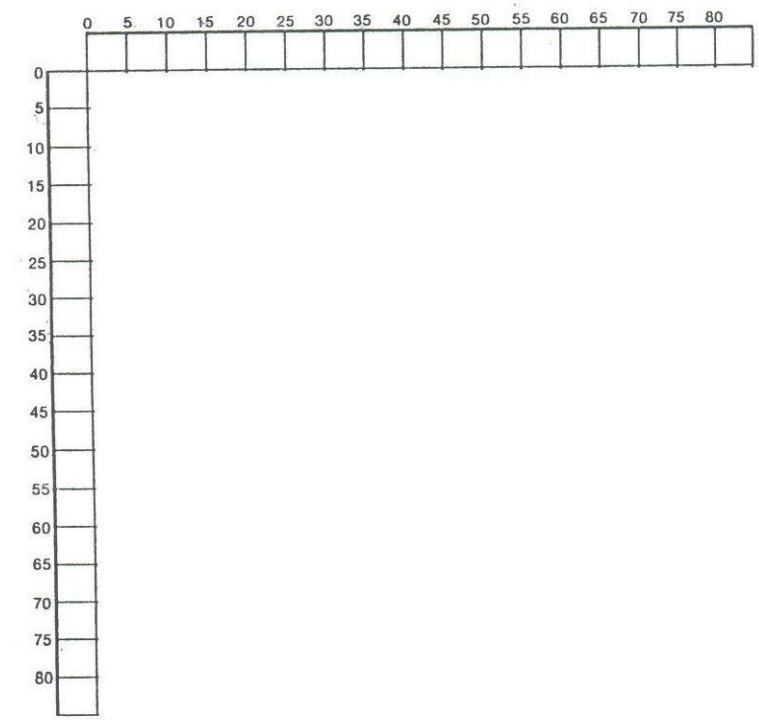


Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

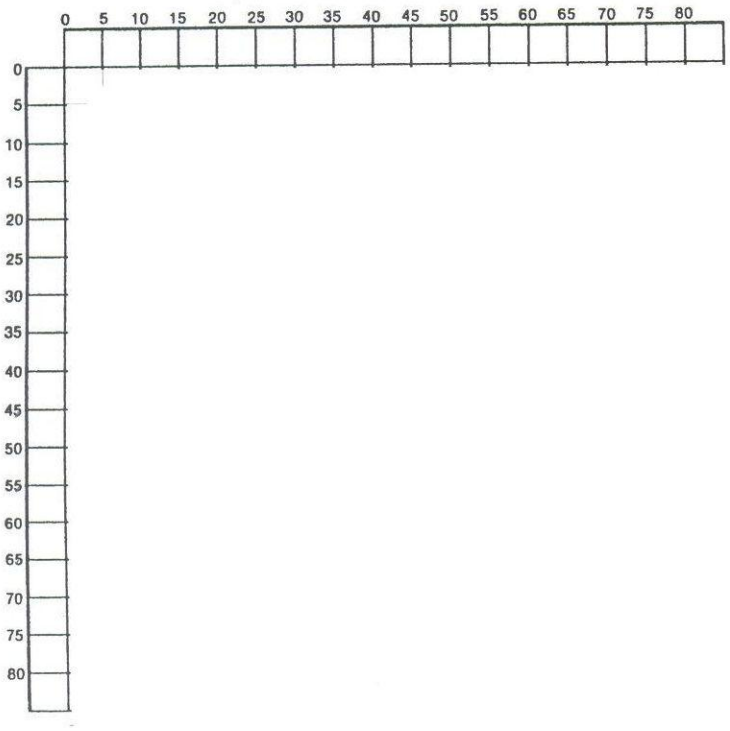


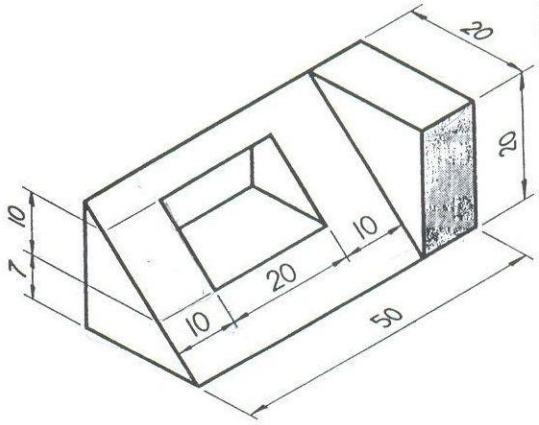


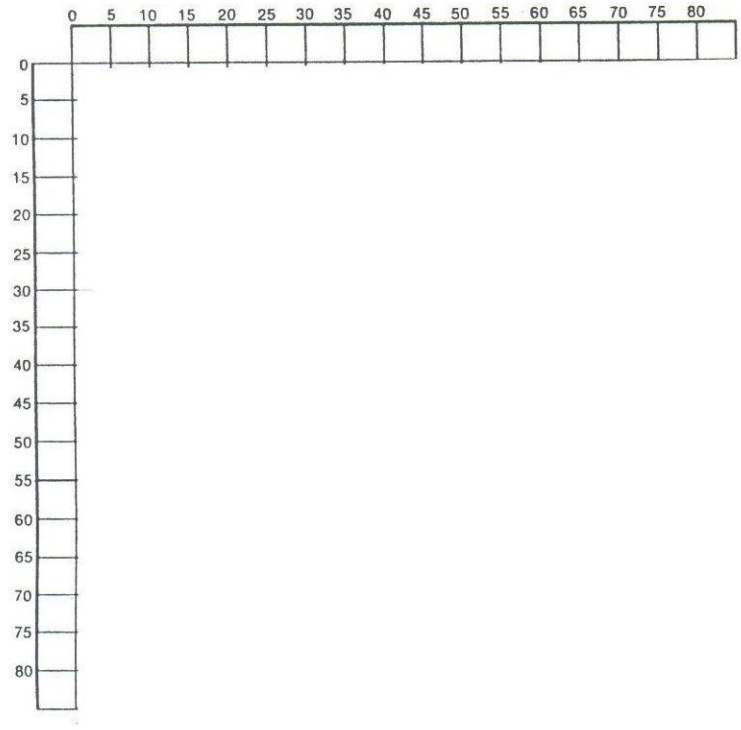


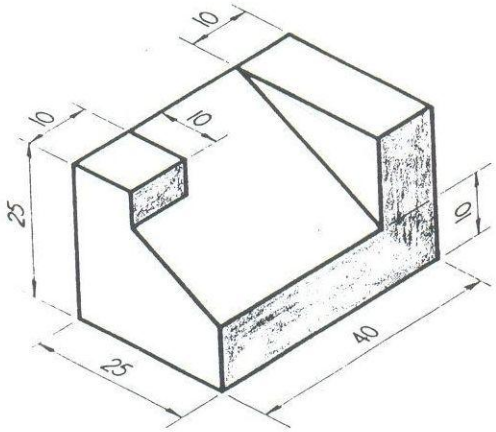


Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

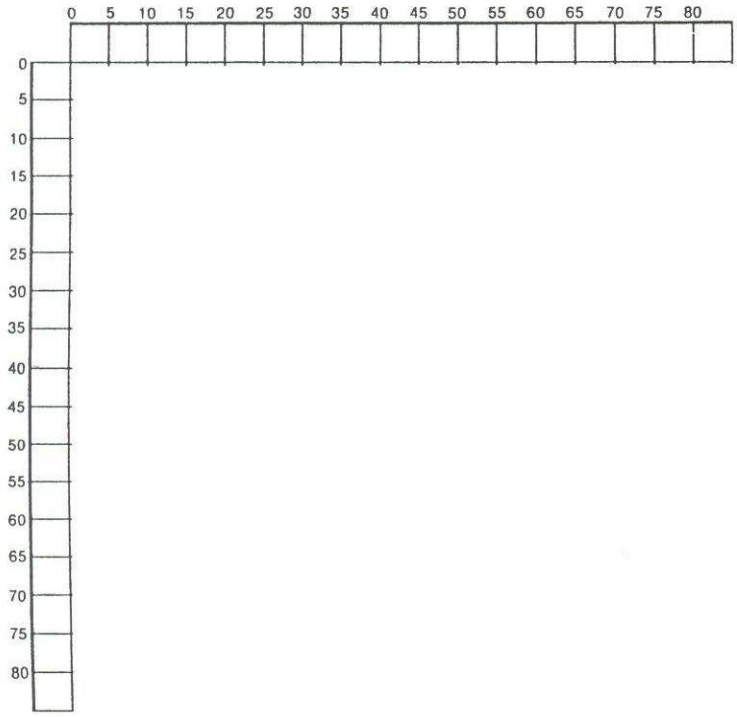


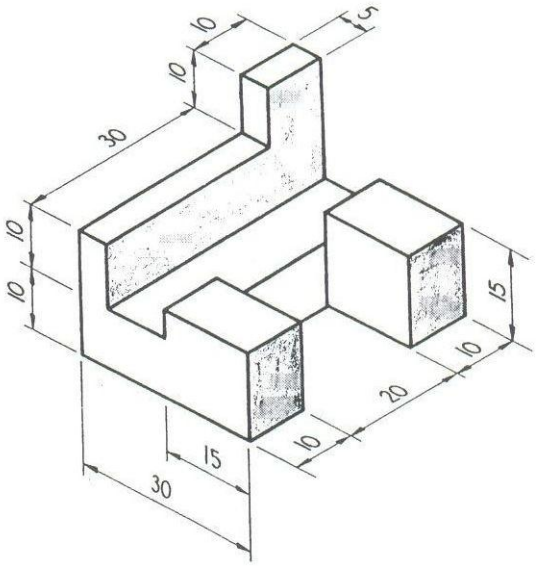


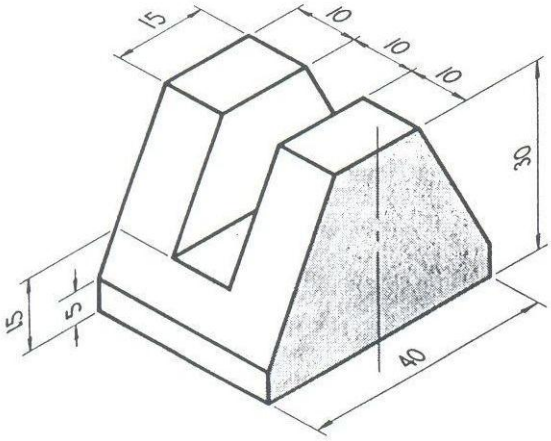


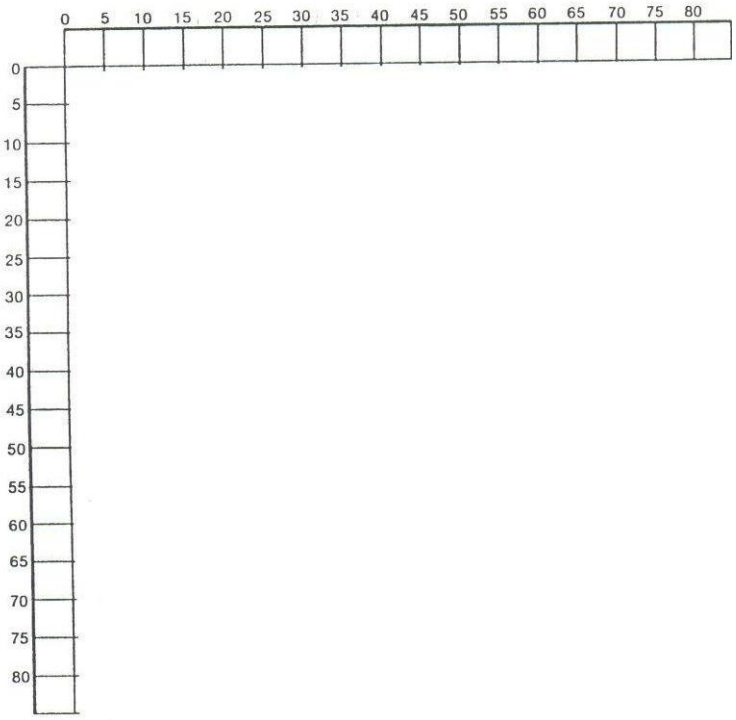


Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

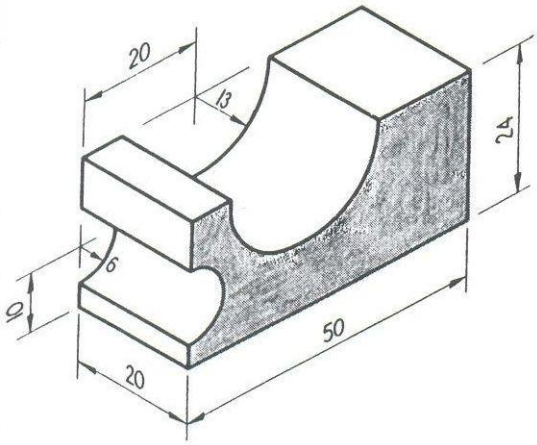


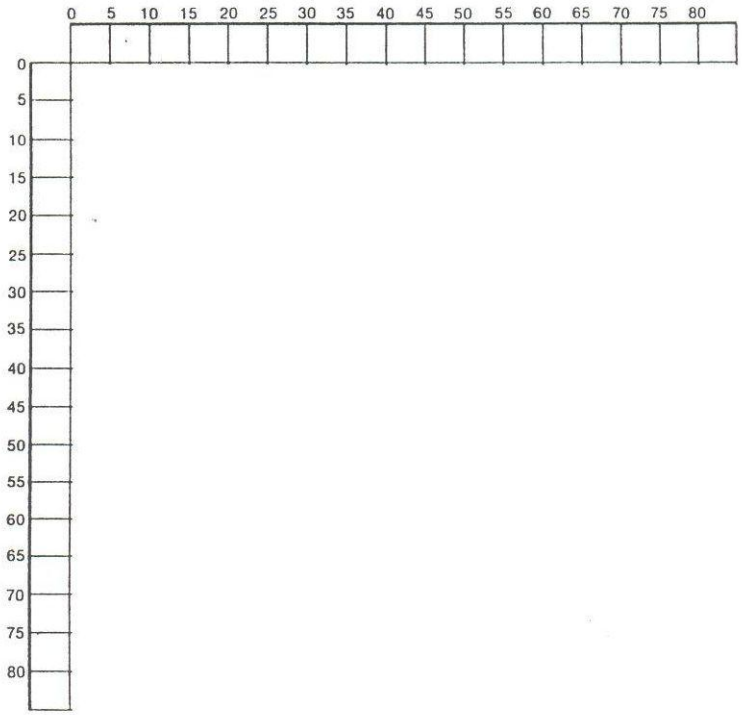


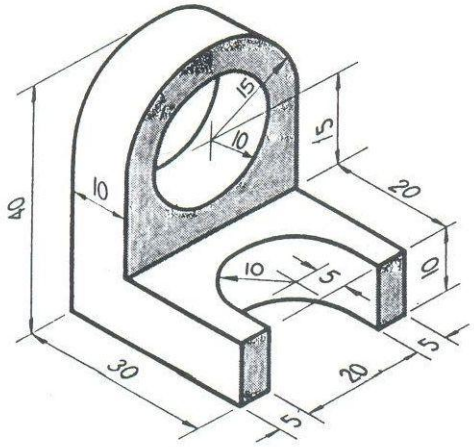


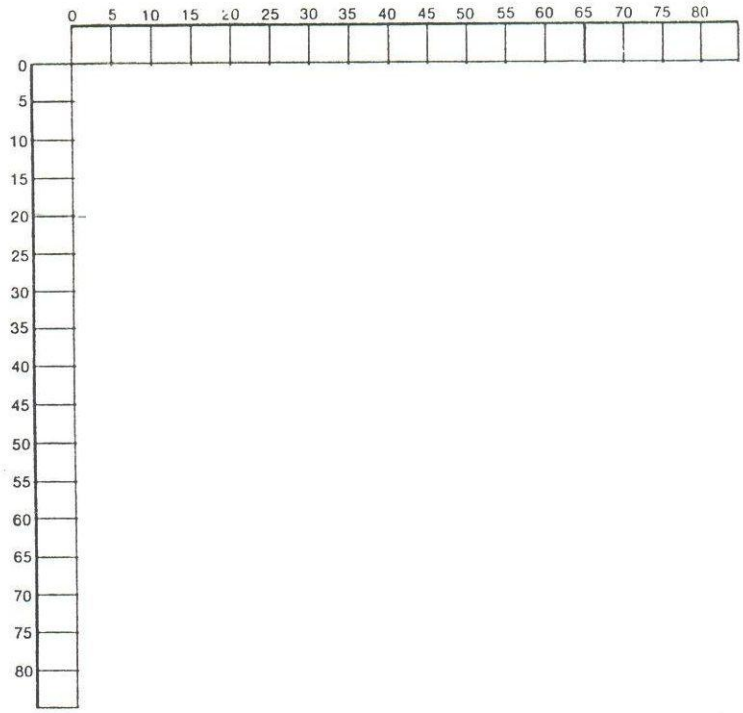


Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

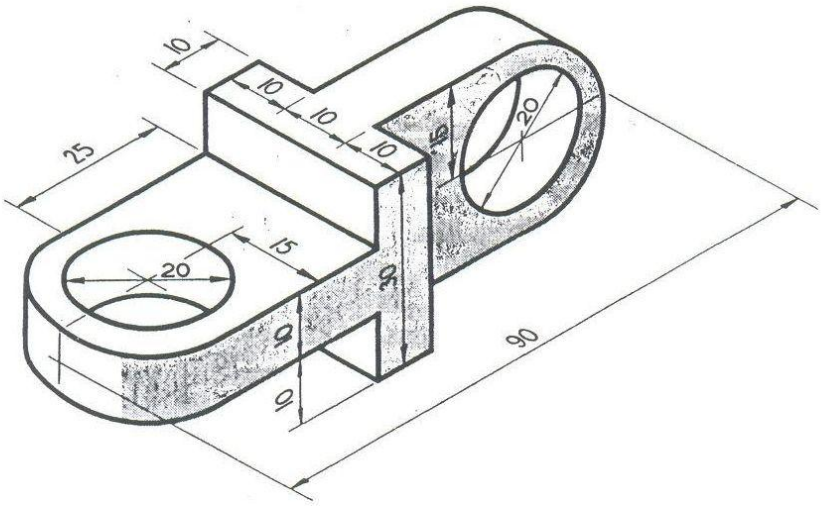


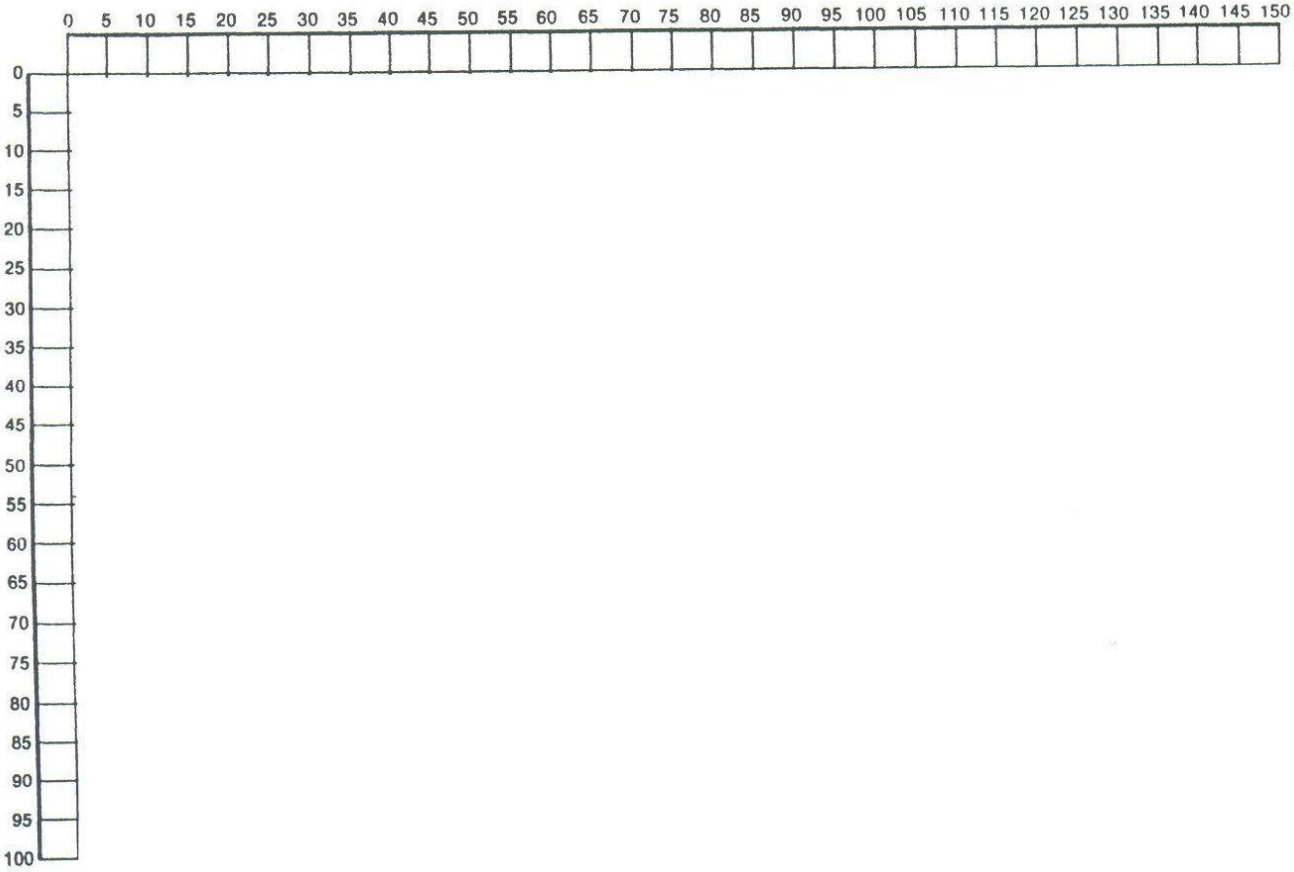


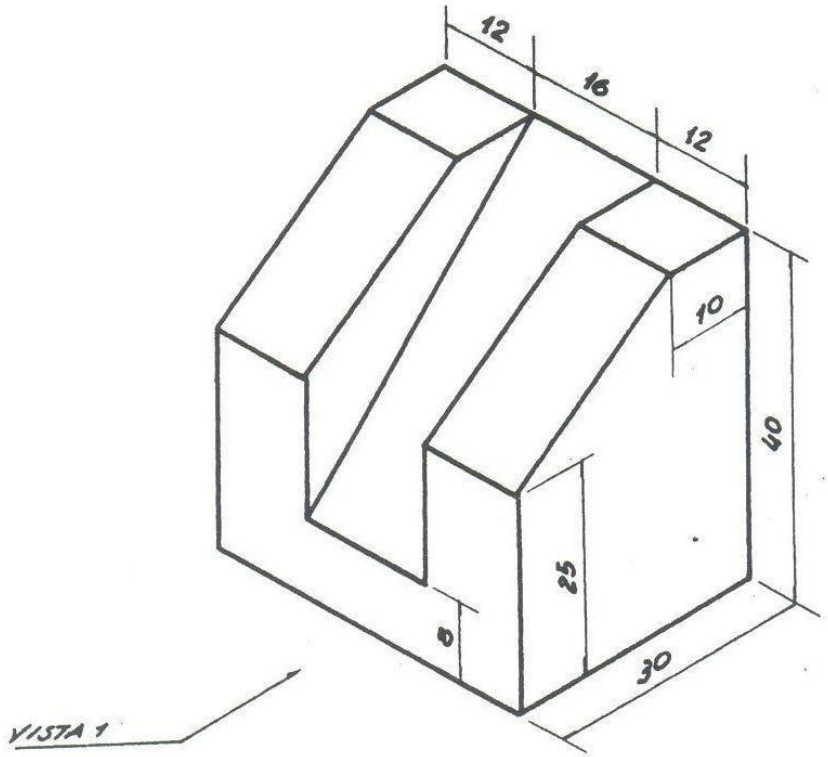


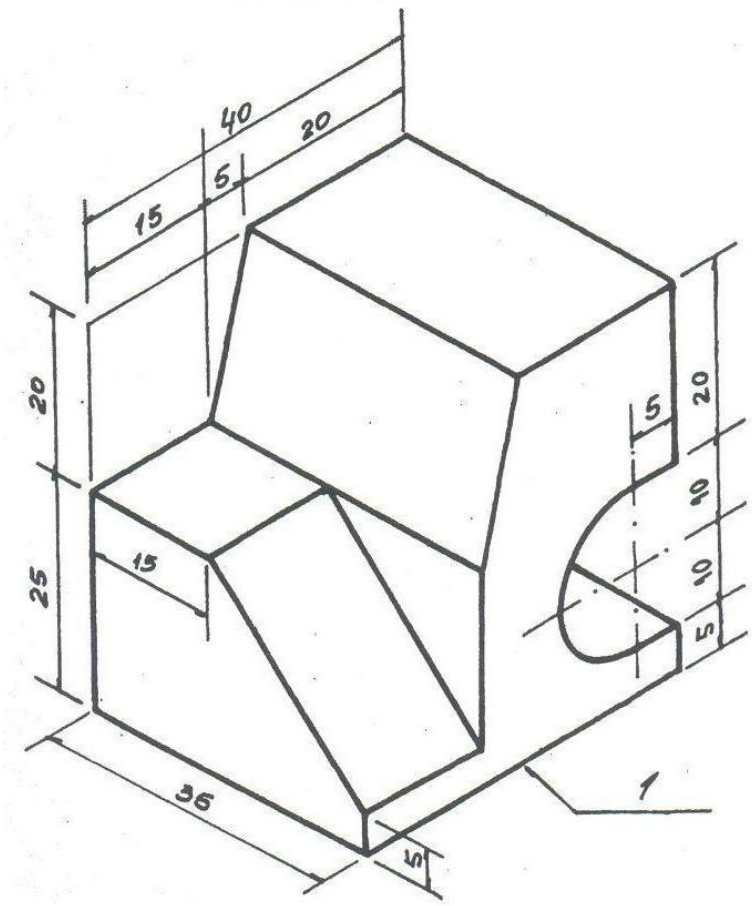


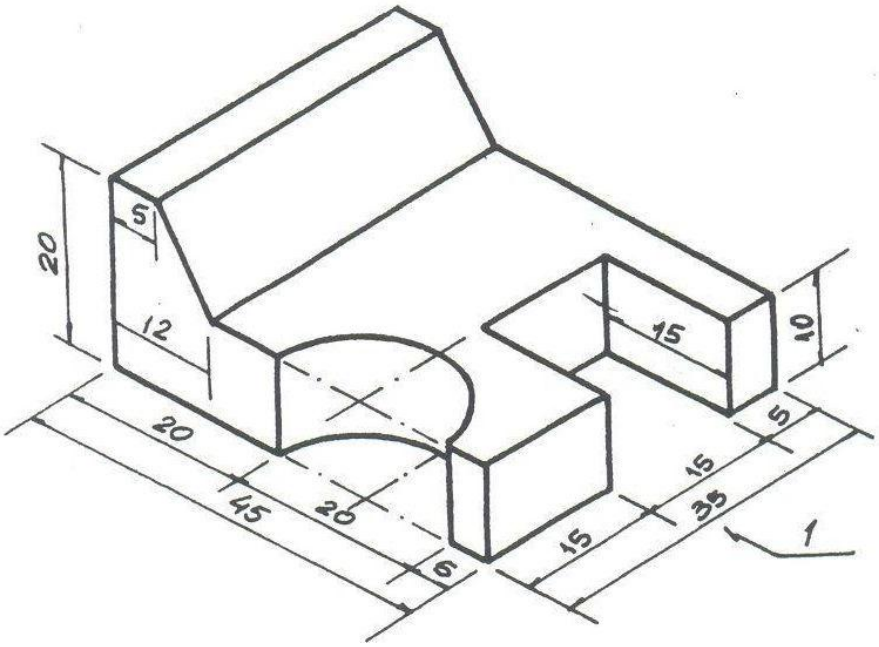
Desenhar, à mão livre, as três vistas: Frontal, superior e lateral esquerda, com as respectivas cotas (na escala 1:1), das peças abaixo.
As medidas estão em milímetros. Considerar as faces escuras como frontais.

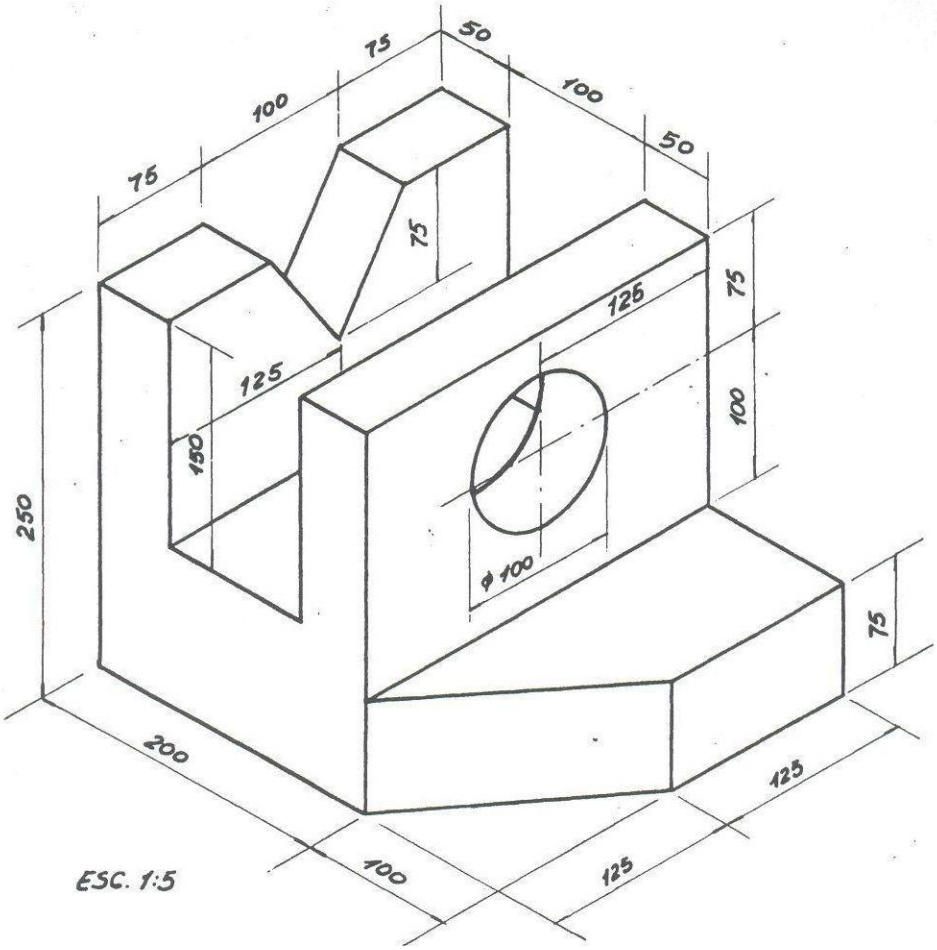




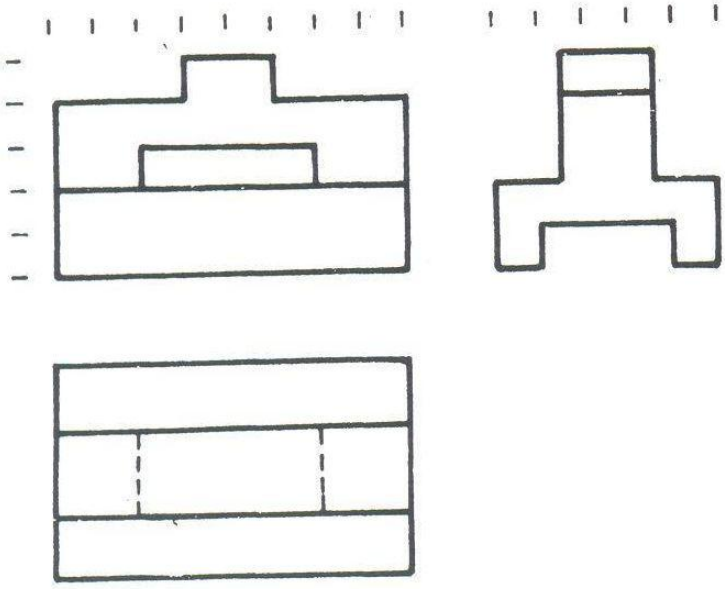

12
16
12
10
40
25
8
30
VISTA 1

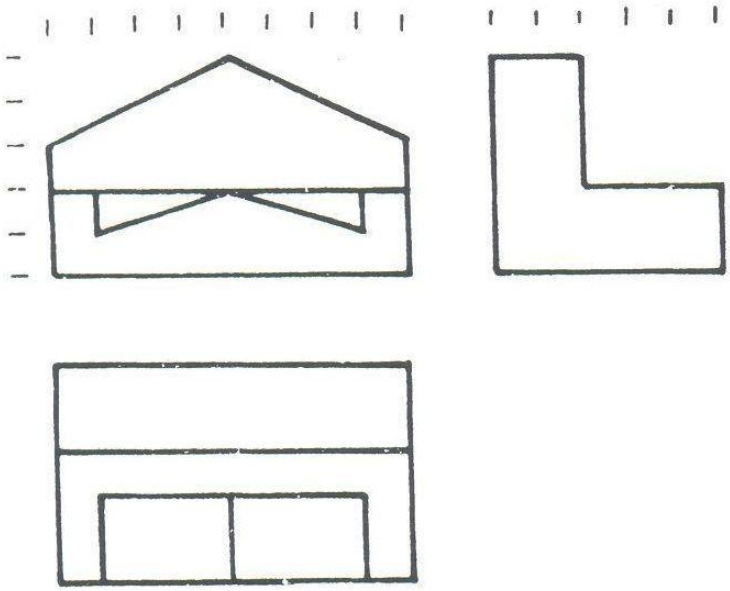

40
20
5
15
20
25
15
5
20
10
10
5
36
5
1


20
5
12
20
45
20
6
15
10
5
15
35
15
1

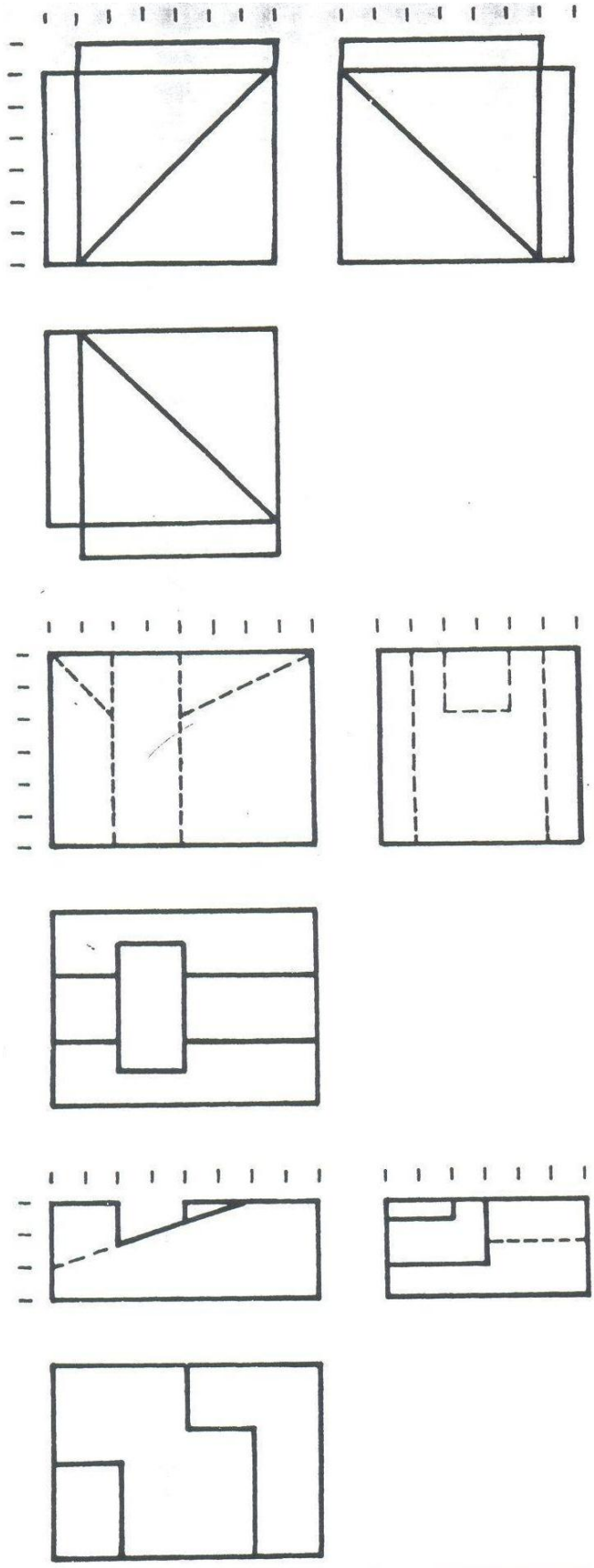

75
50
100
100
50
75
75
125
125
75
100
150
250
ϕ 100
75
200
125
100
125
ESC. 1:5

Completar as vistas em que houver elemento(s) faltante(s), e esboçar a perspectiva isométrica de cada peça.

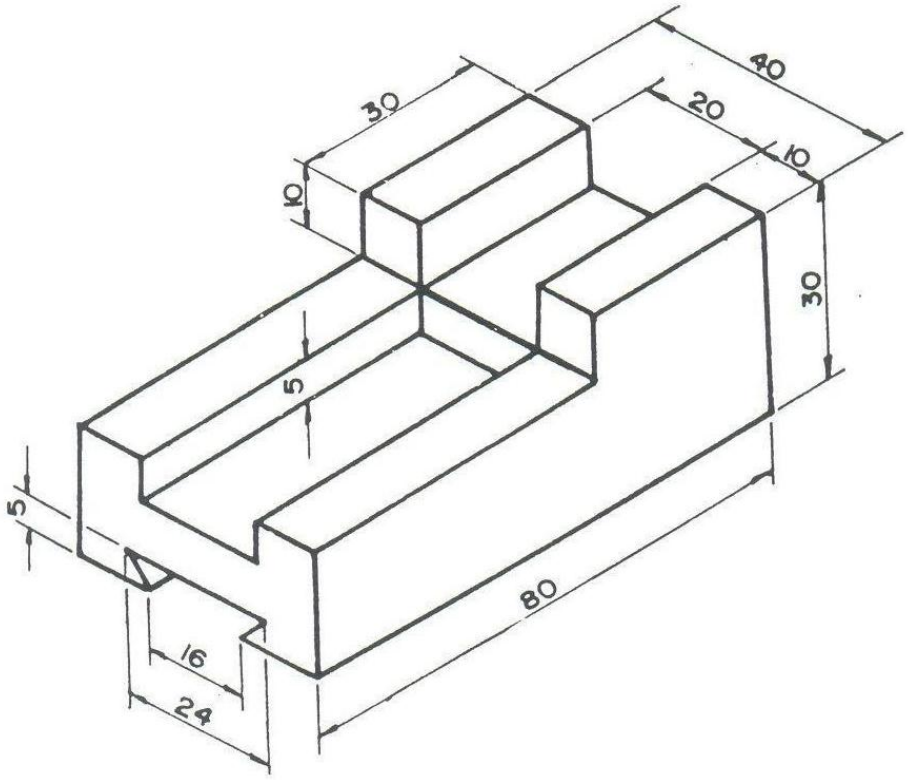




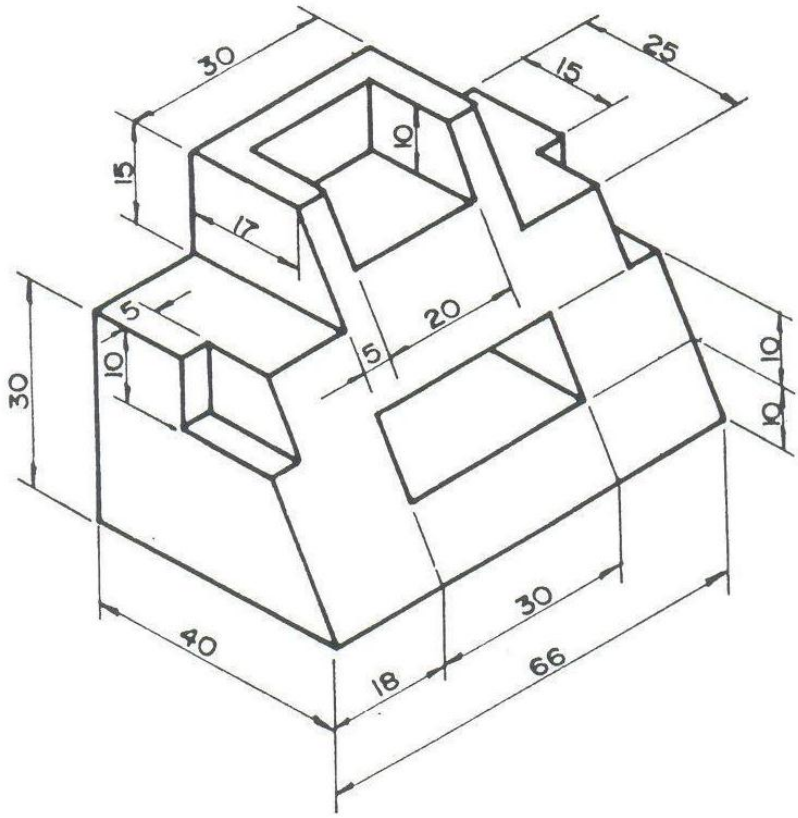
Esboçar a perspectiva isométrica de cada uma das peças abaixo representadas.



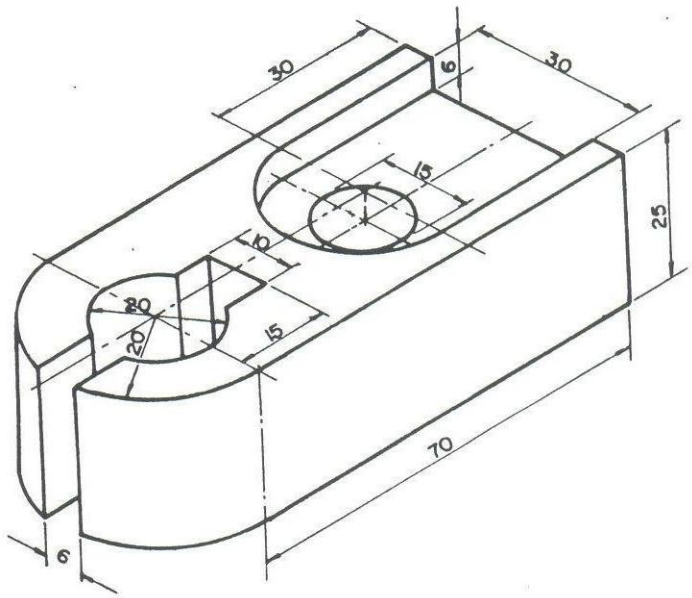
Desenhar as 3 vistas ortográficas cotadas da peça abaixo, em escala 1:1.



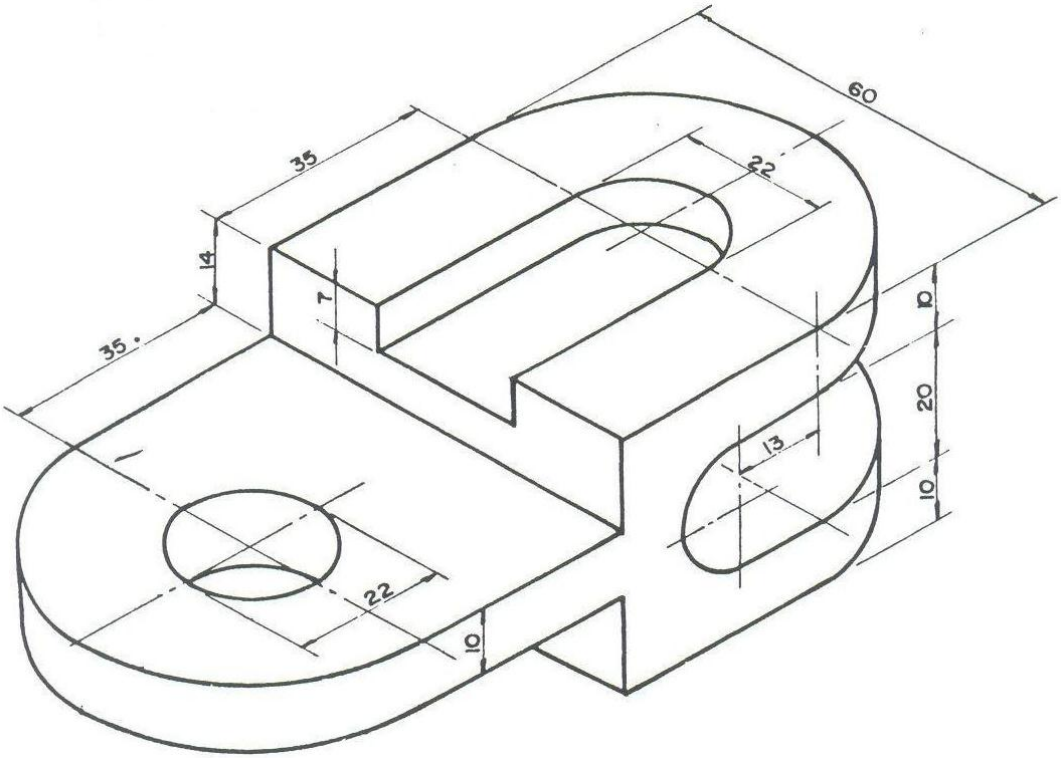
Desenhar as 3 vistas ortográficas cotadas da peça abaixo, em escala 1:1.



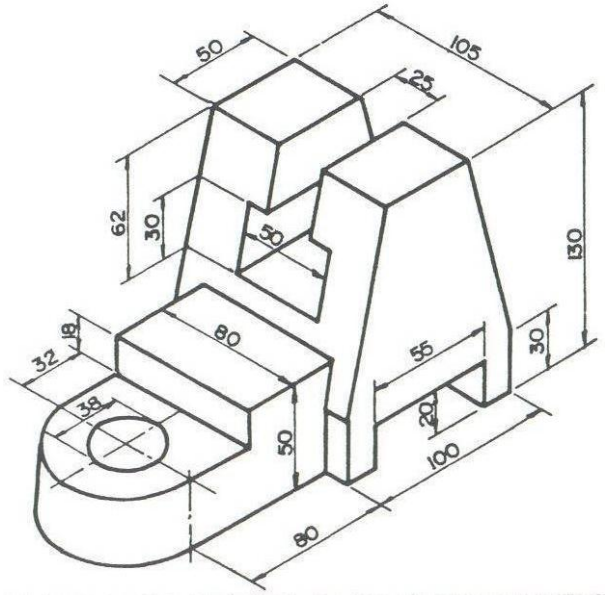
Desenhar a peça abaixo, em tantas vistas ortográficas cotadas quantas julgar necessário, empregando corte no eixo de simetria, em escala 1:1.



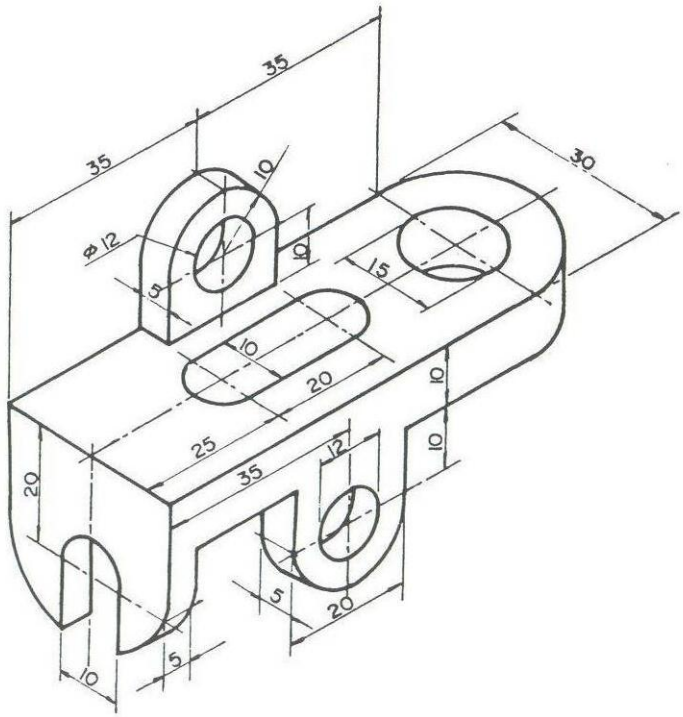
Desenhar a peça abaixo, em tantas vistas ortográficas cotadas quantas julgar necessário. (escala 1:1)



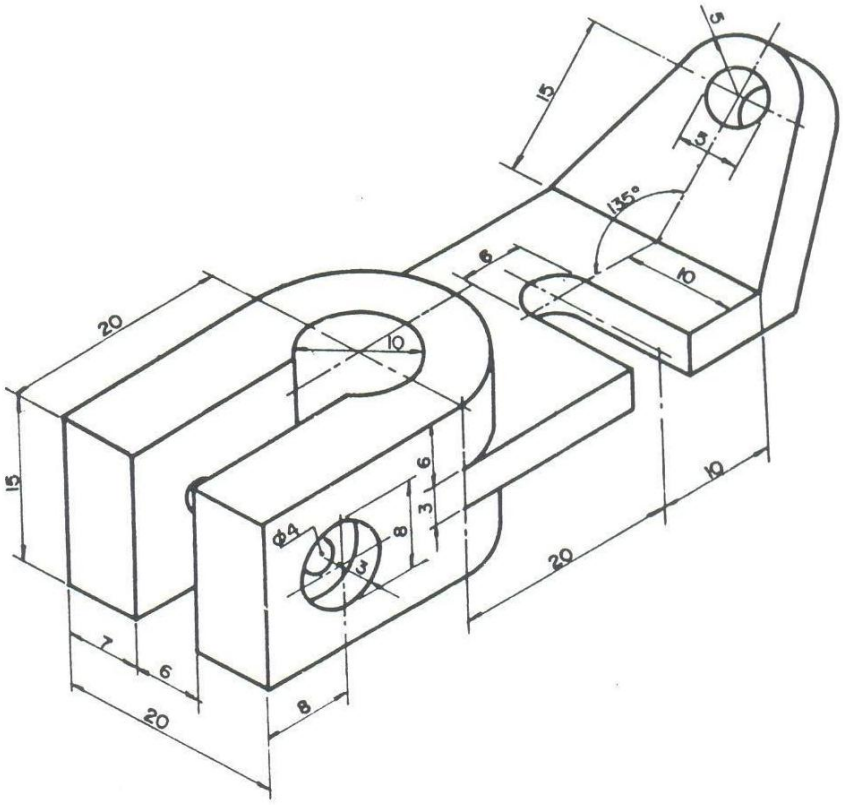
Desenhar em 3 vistas ortográficas cotadas da peça abaixo, em escala 1: 2,5.



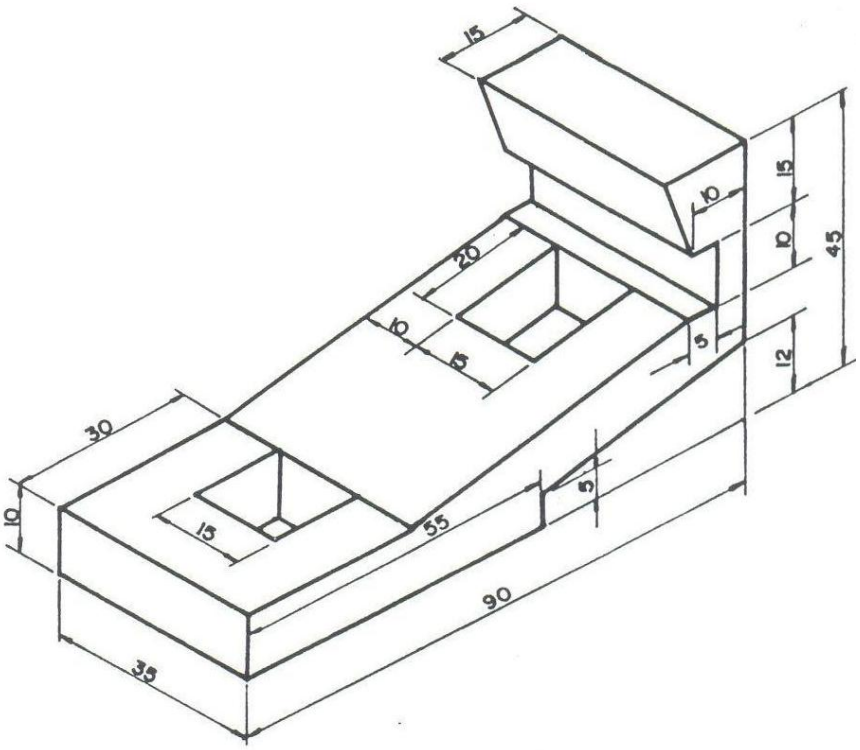
Desenhar em 3 vistas ortográficas cotadas da peça abaixo, em escala 1:1



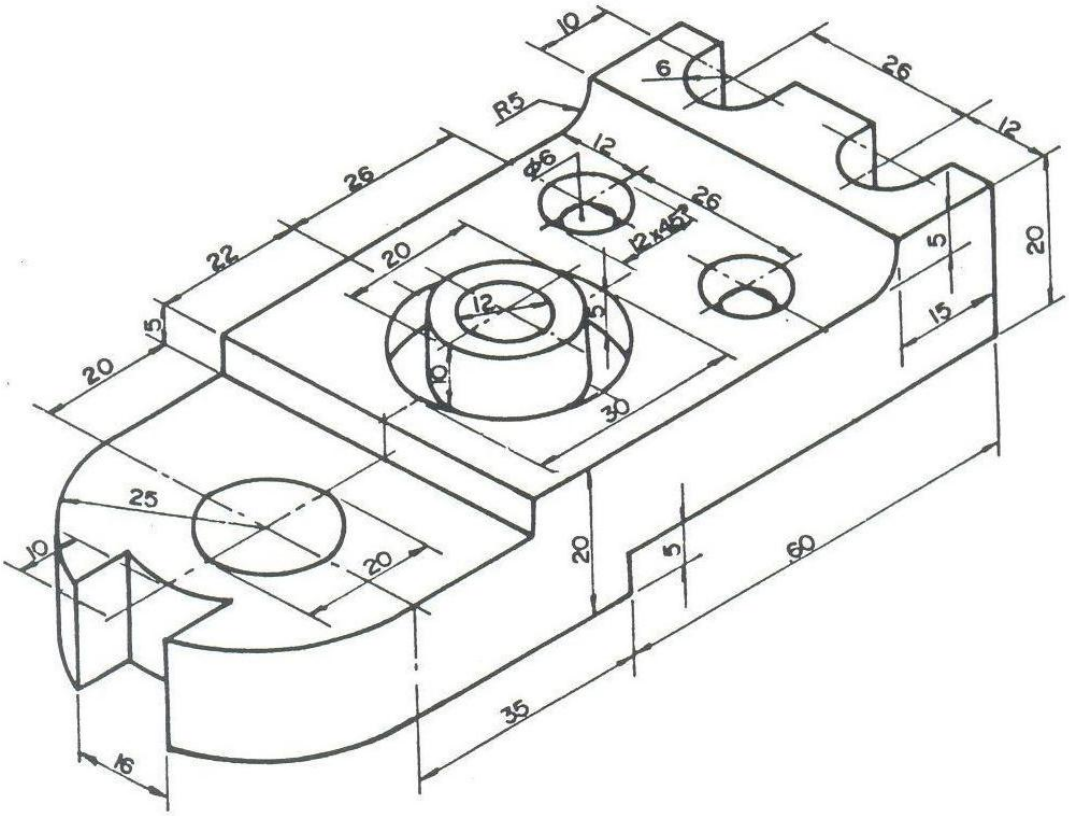
Desenhar a peça abaixo, em tantas vistas cotadas quantas julgar necessário, na escala que julgar mais conveniente.



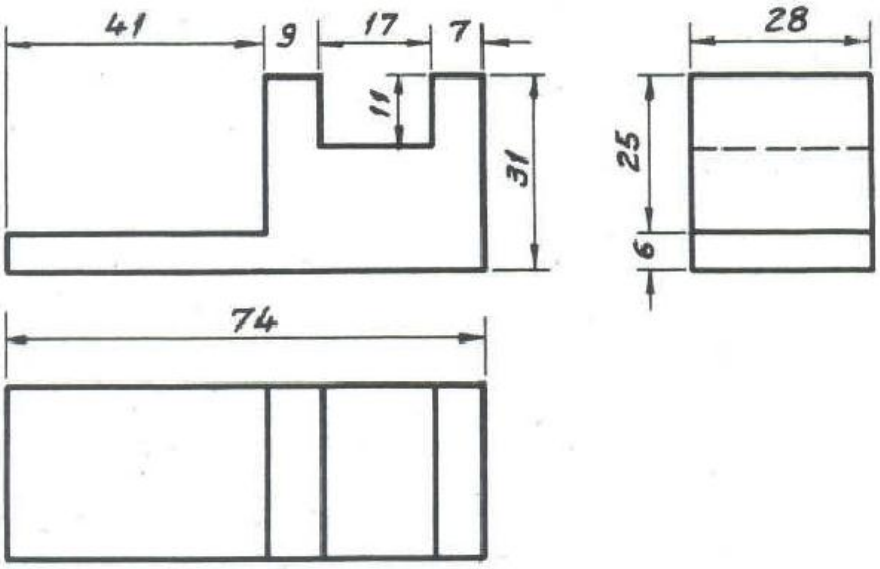
Desenhar em 3 vistas ortográficas cotadas da peça em escala 1:1



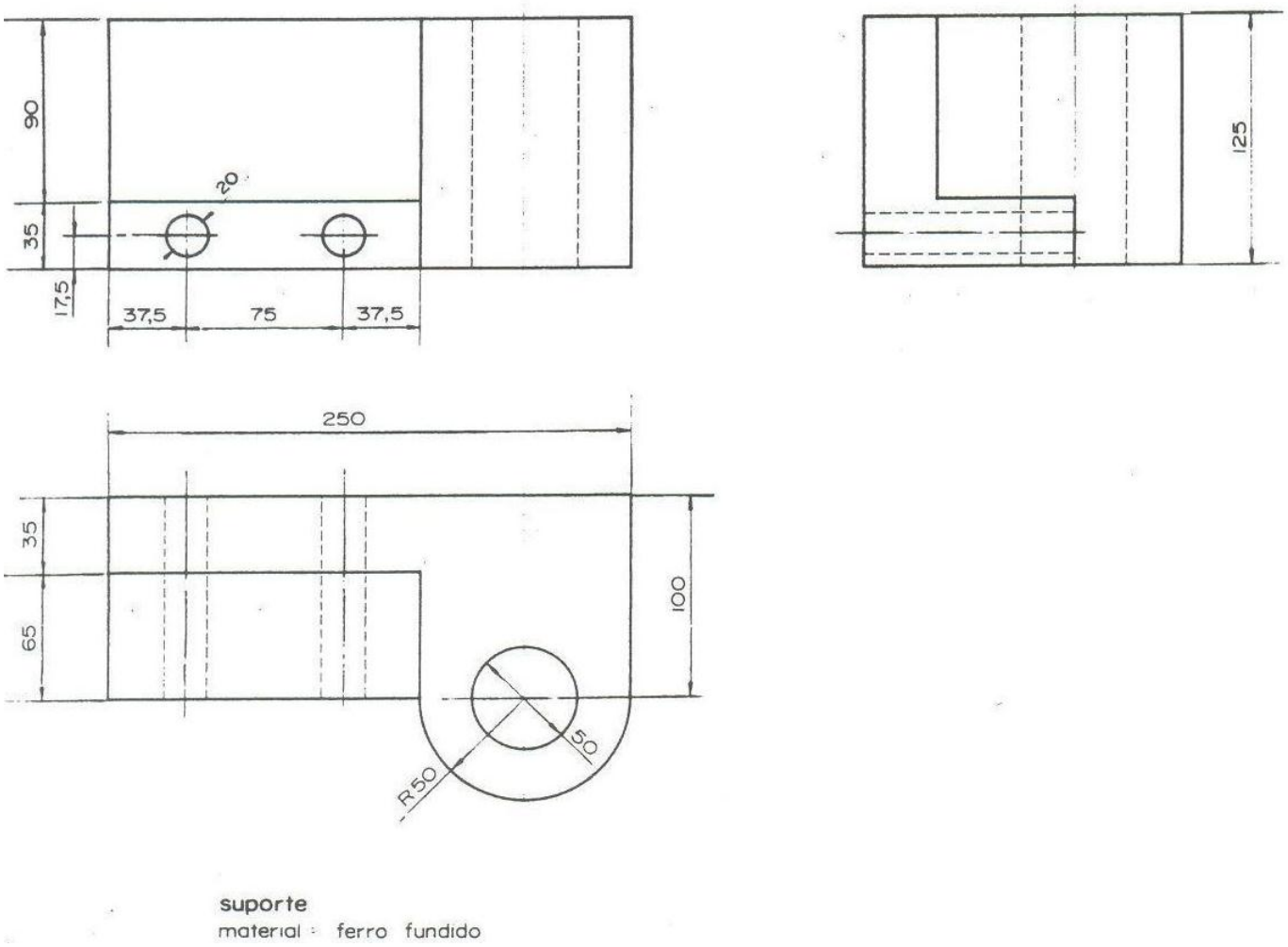
Desenhar a peça abaixo, em 2 vistas ortográficas cotadas, aplicando o corte que julgar mais adequado. Escala 1:1



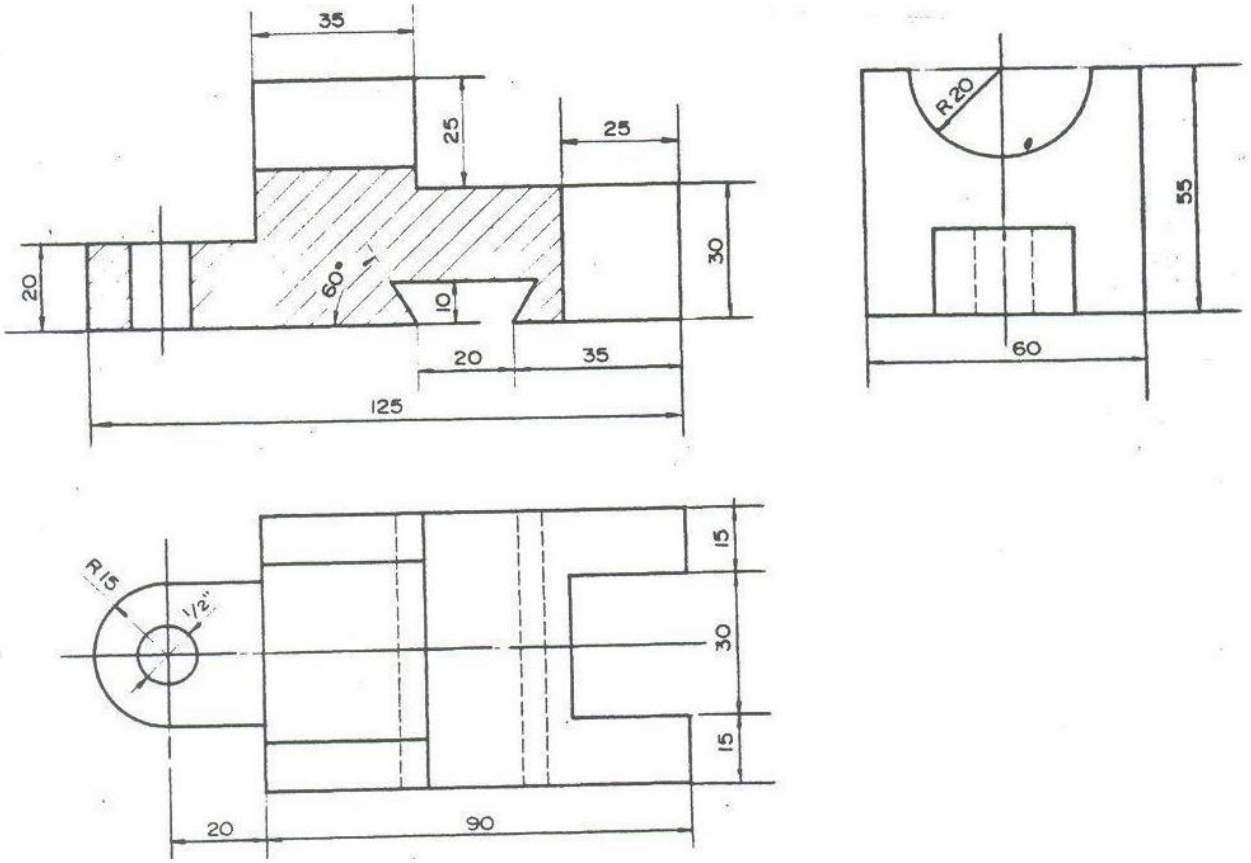
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.



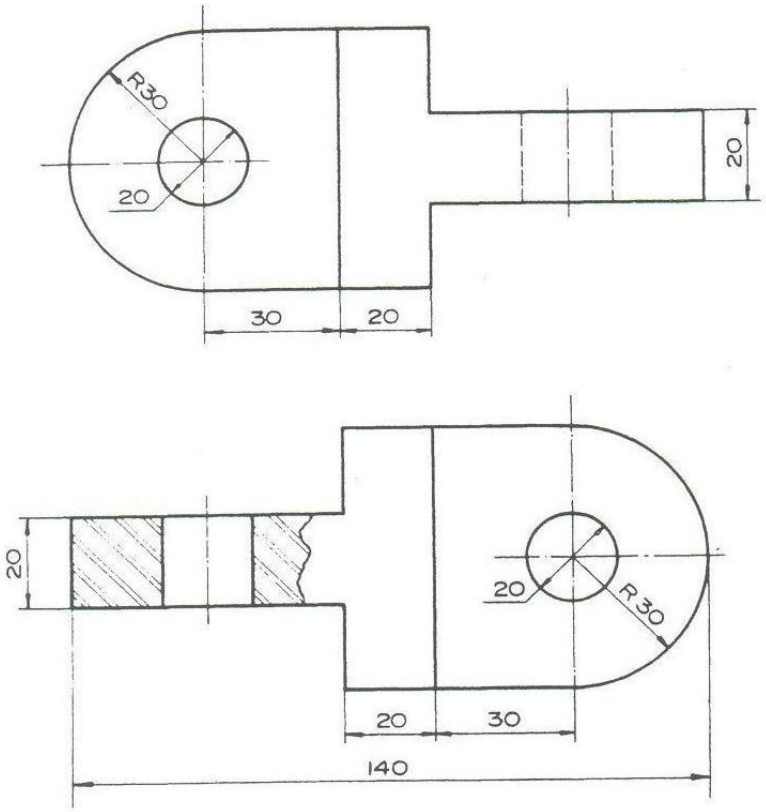
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.



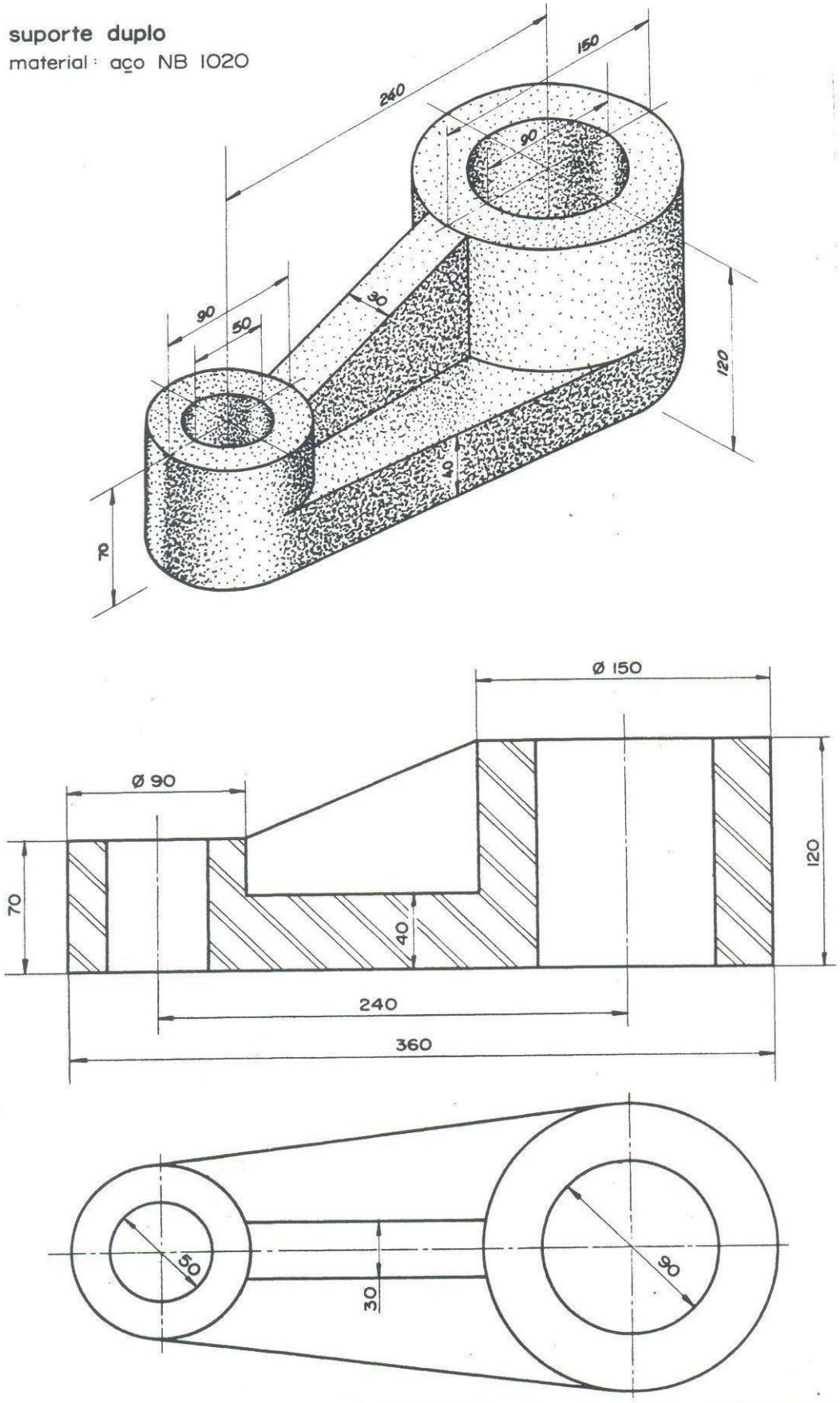
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.



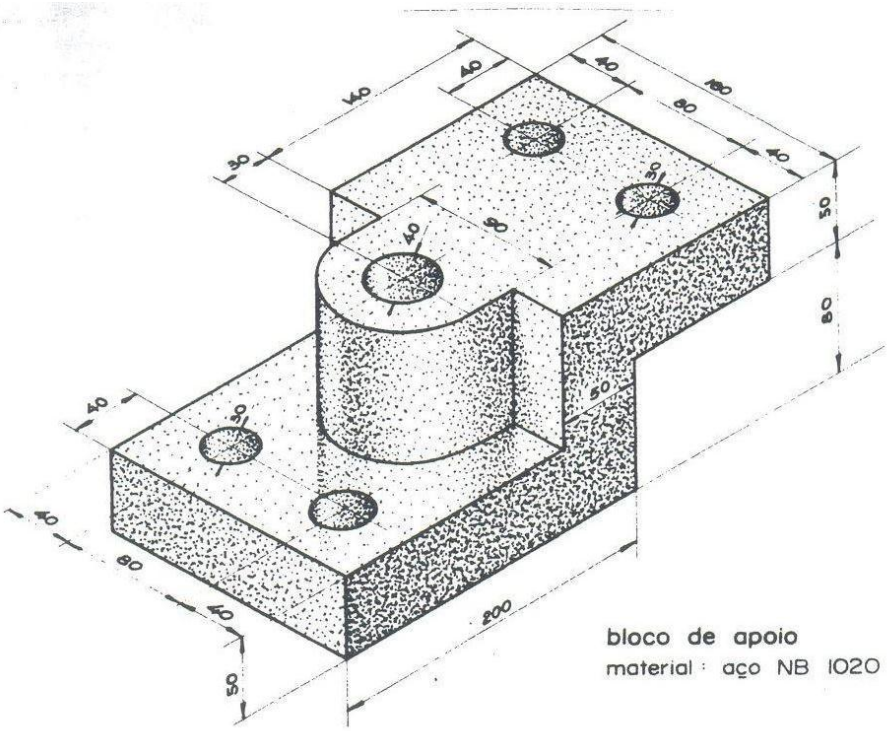
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.

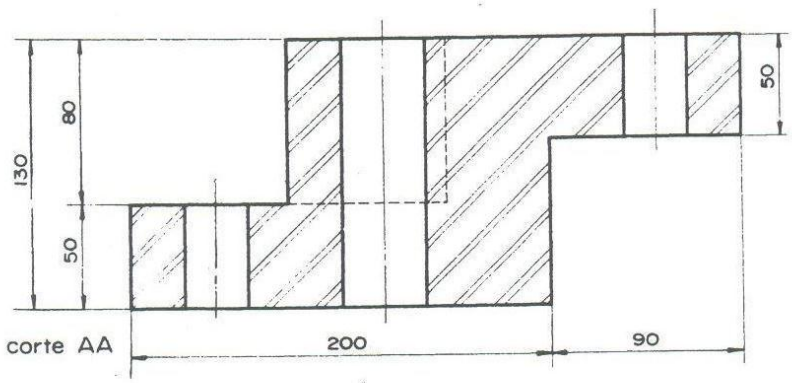


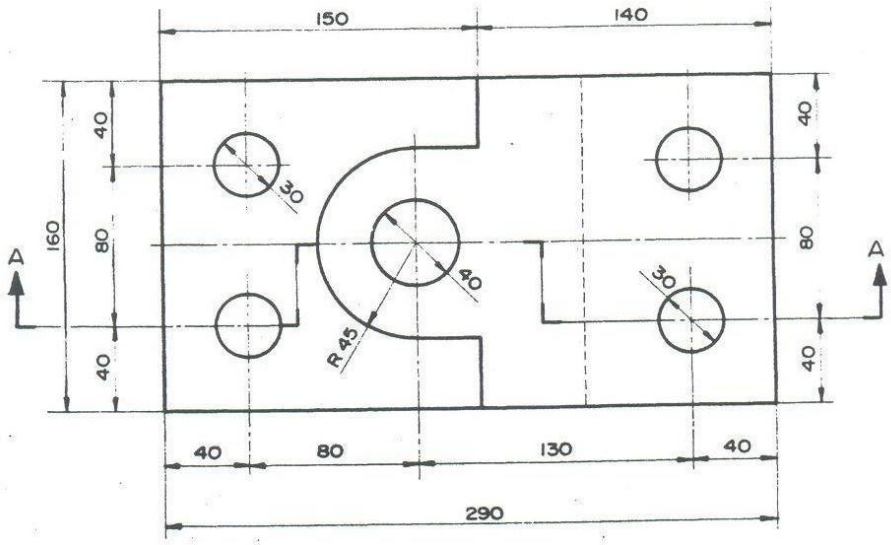
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.

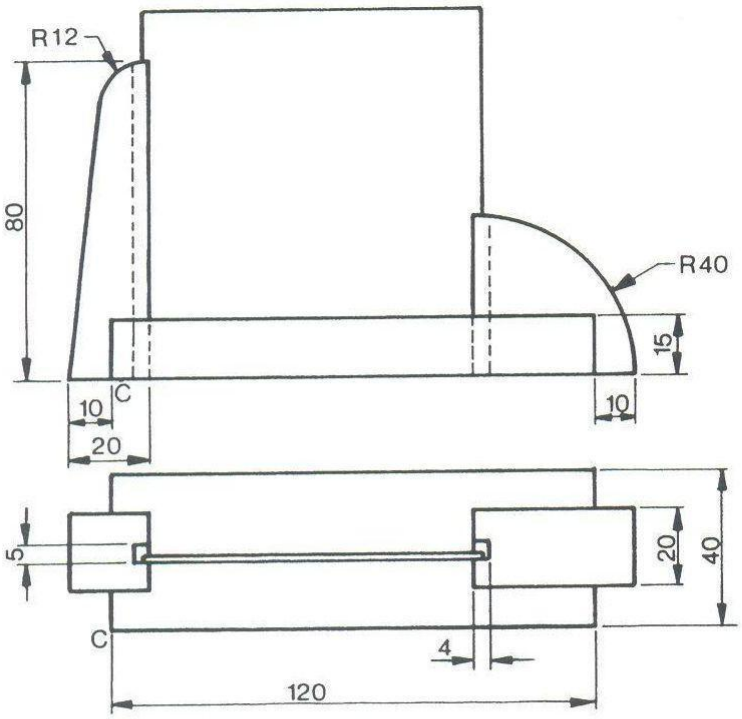


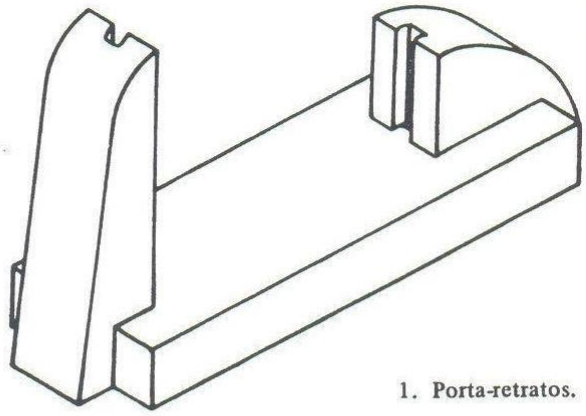
Desenhar a perspectiva isométrica da peça abaixo.



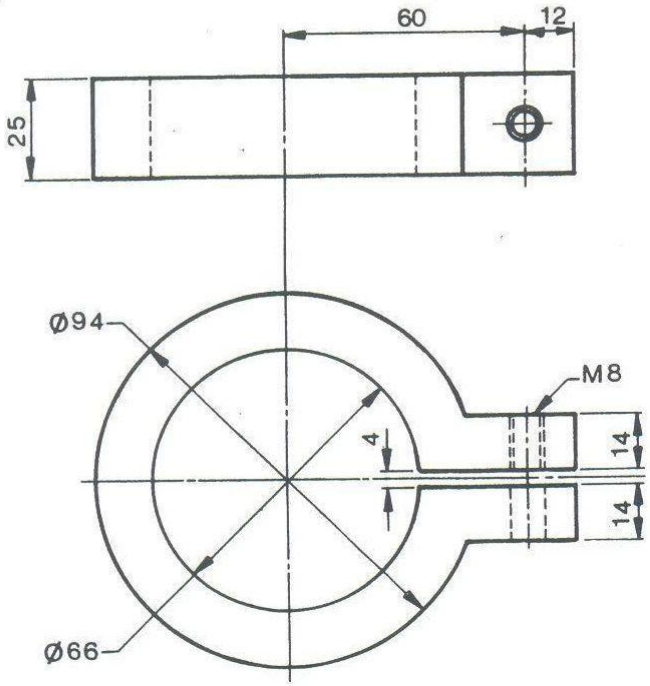


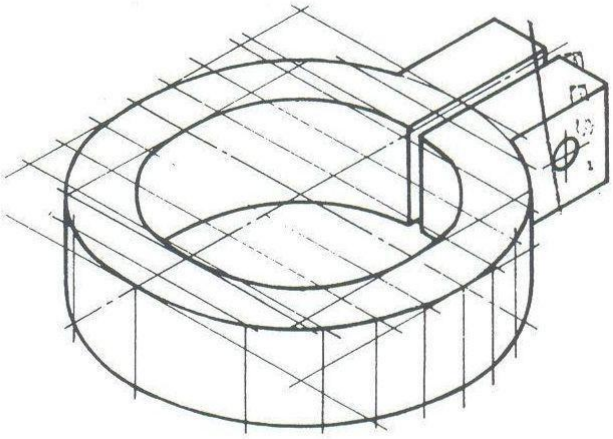




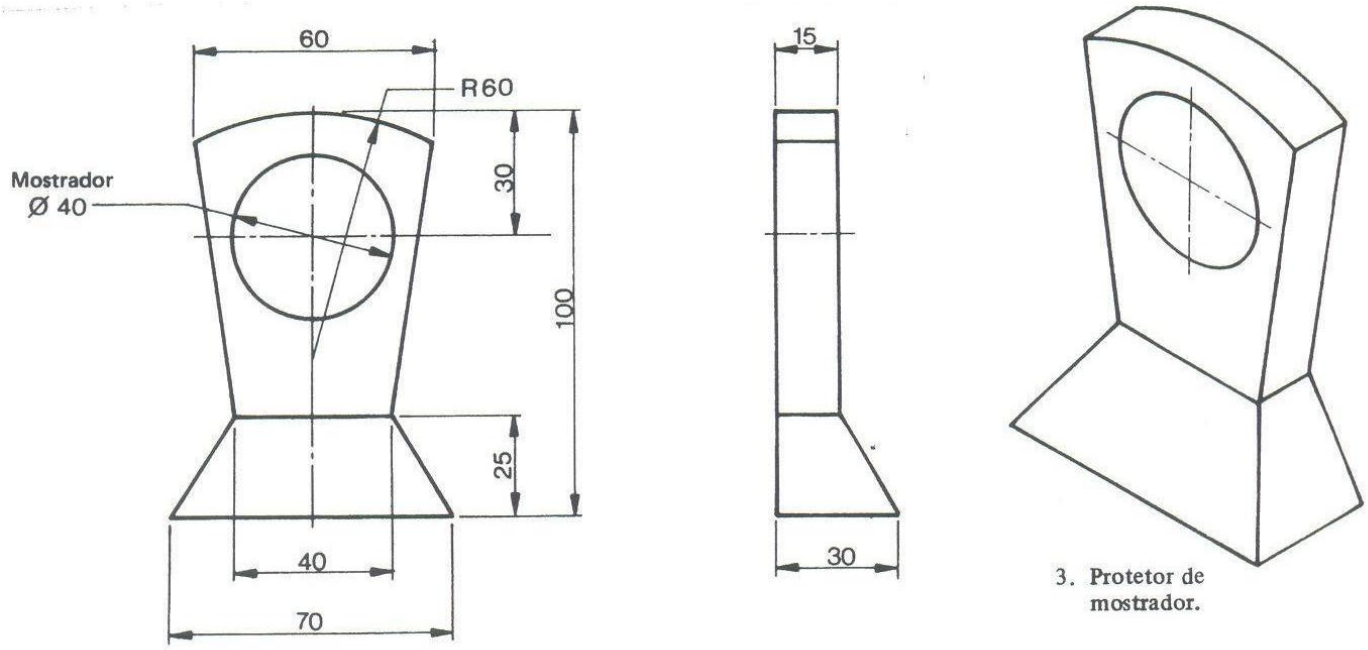


1. Porta-retratos.

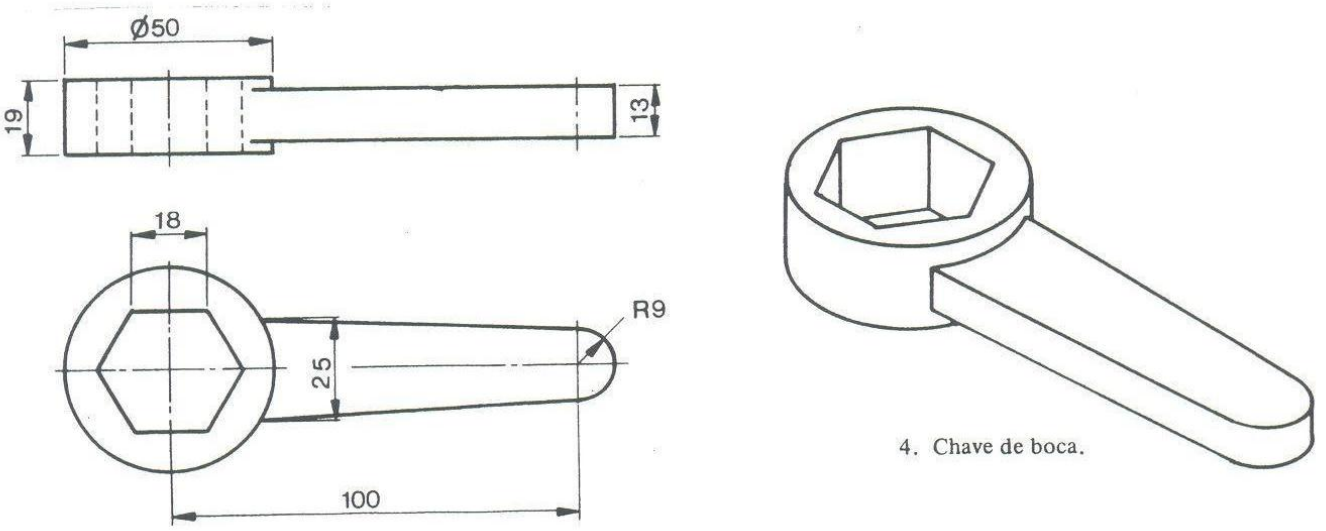




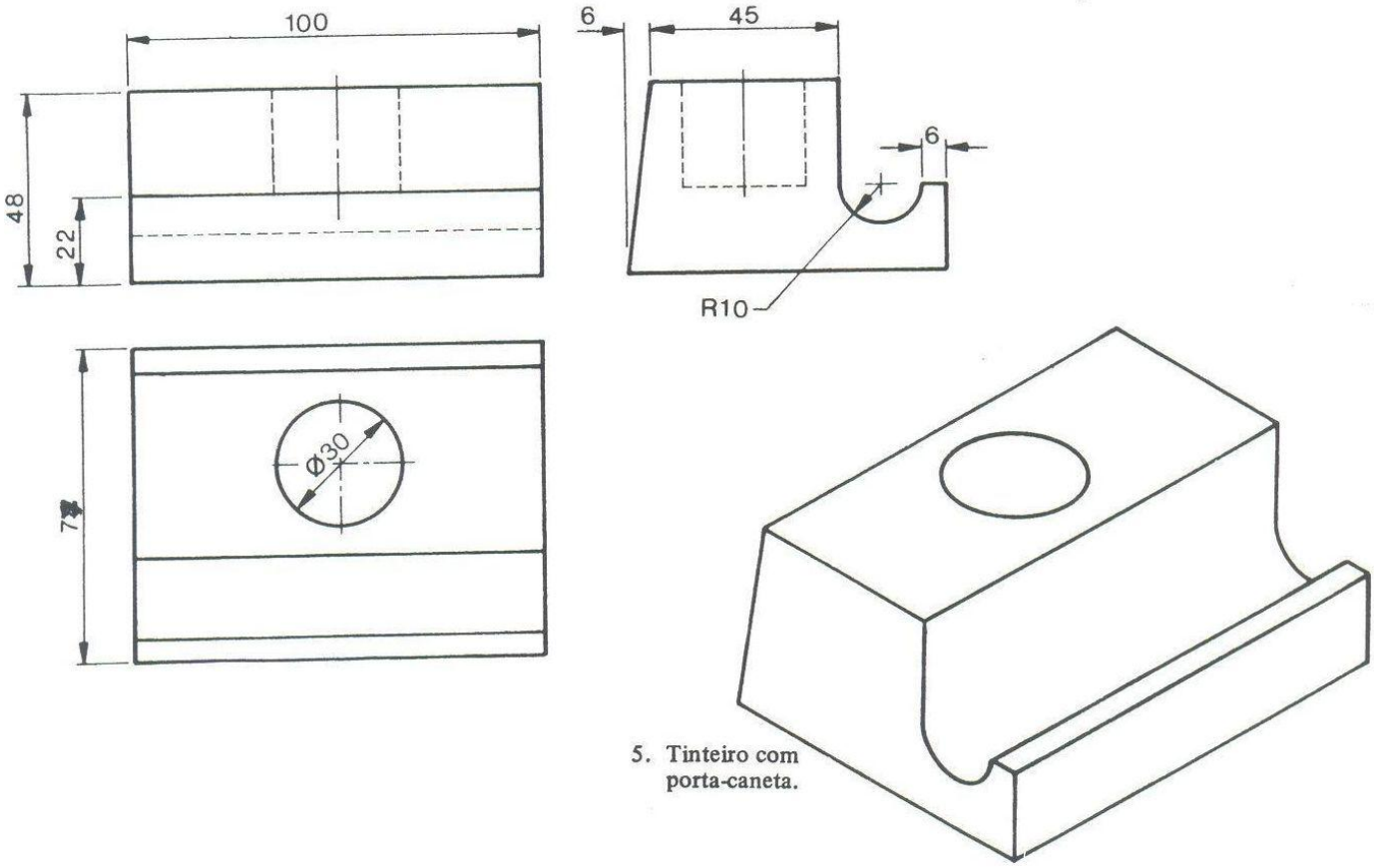
2. Anel de retenção com linhas de construção.



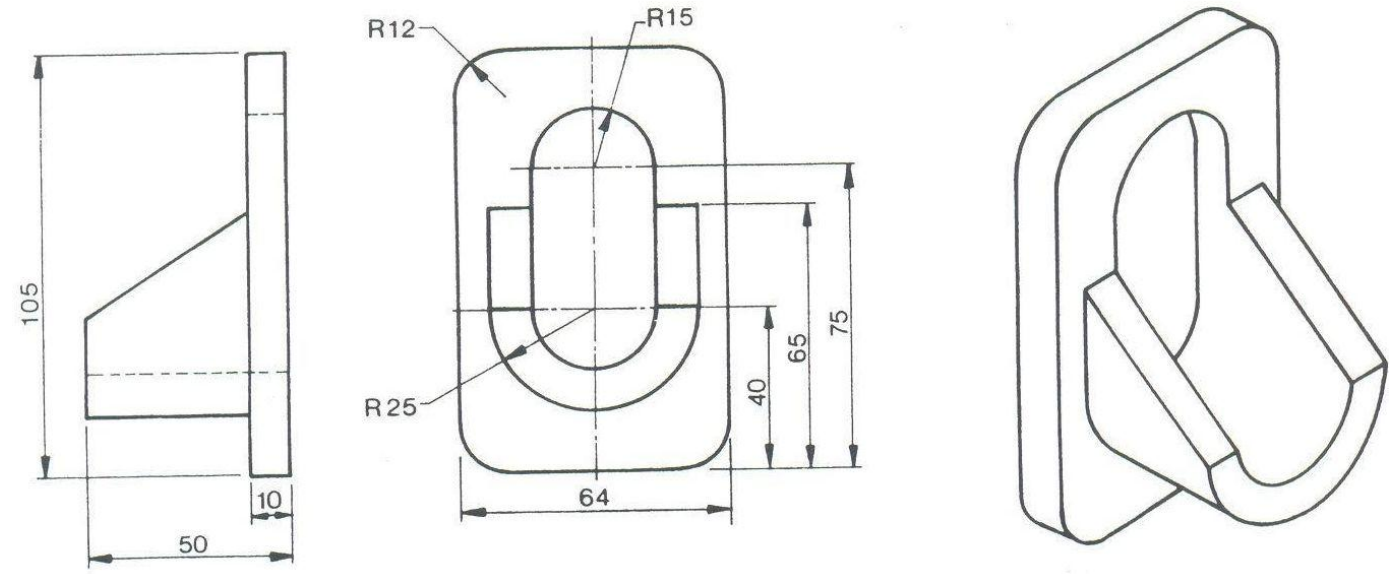
3. Protetor de mostrador.



4. Chave de boca.

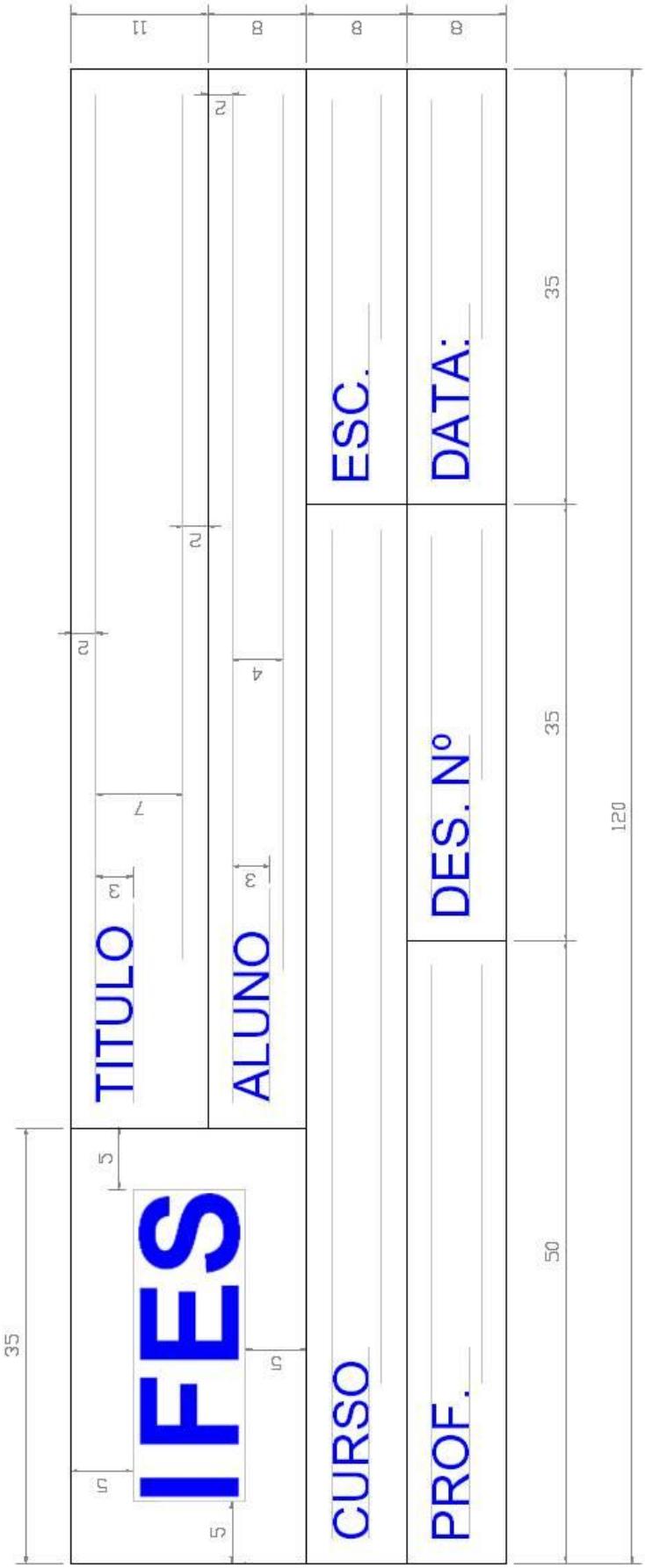


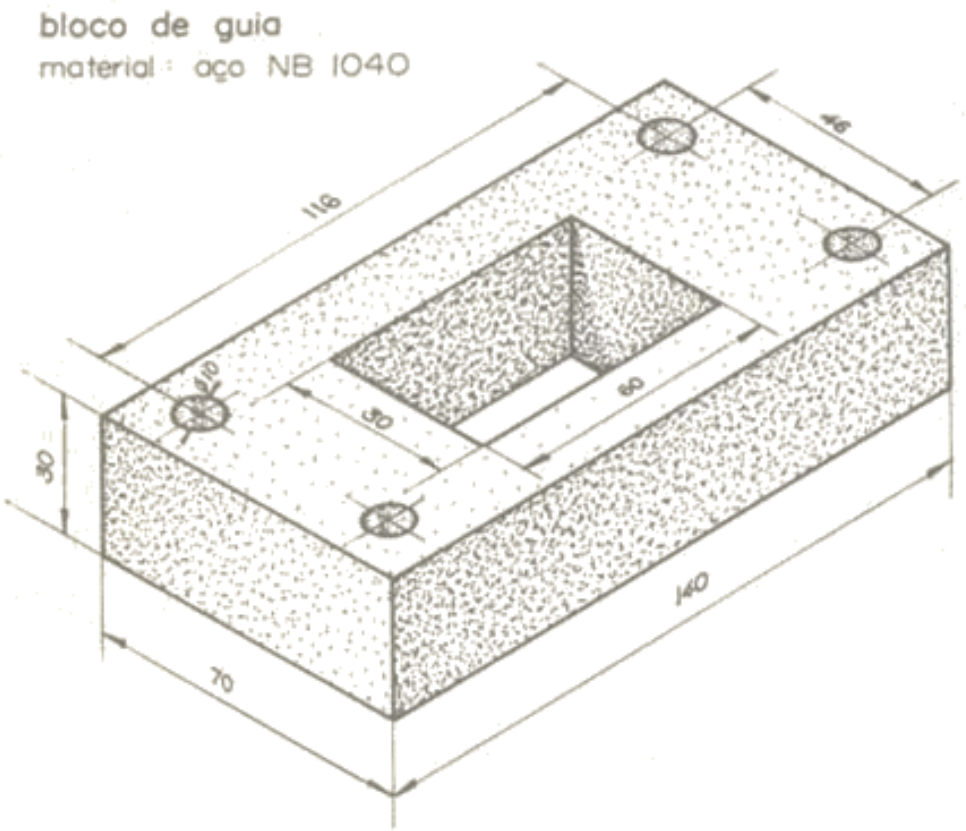
5. Tinteiro com porta-caneta.

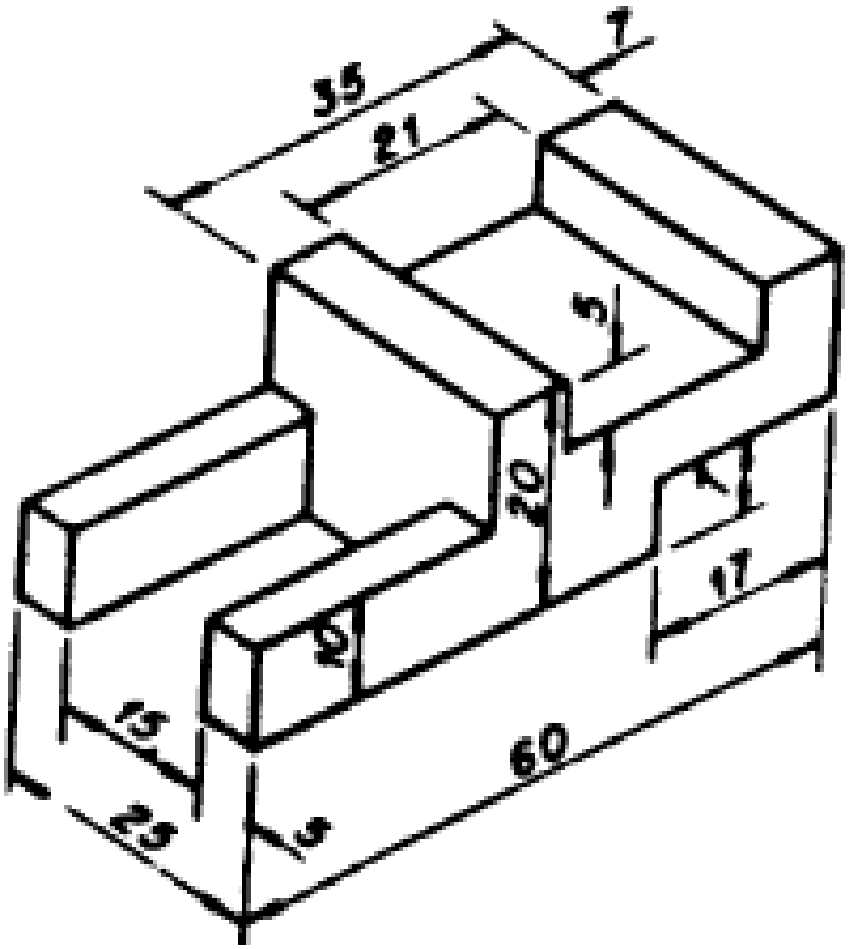


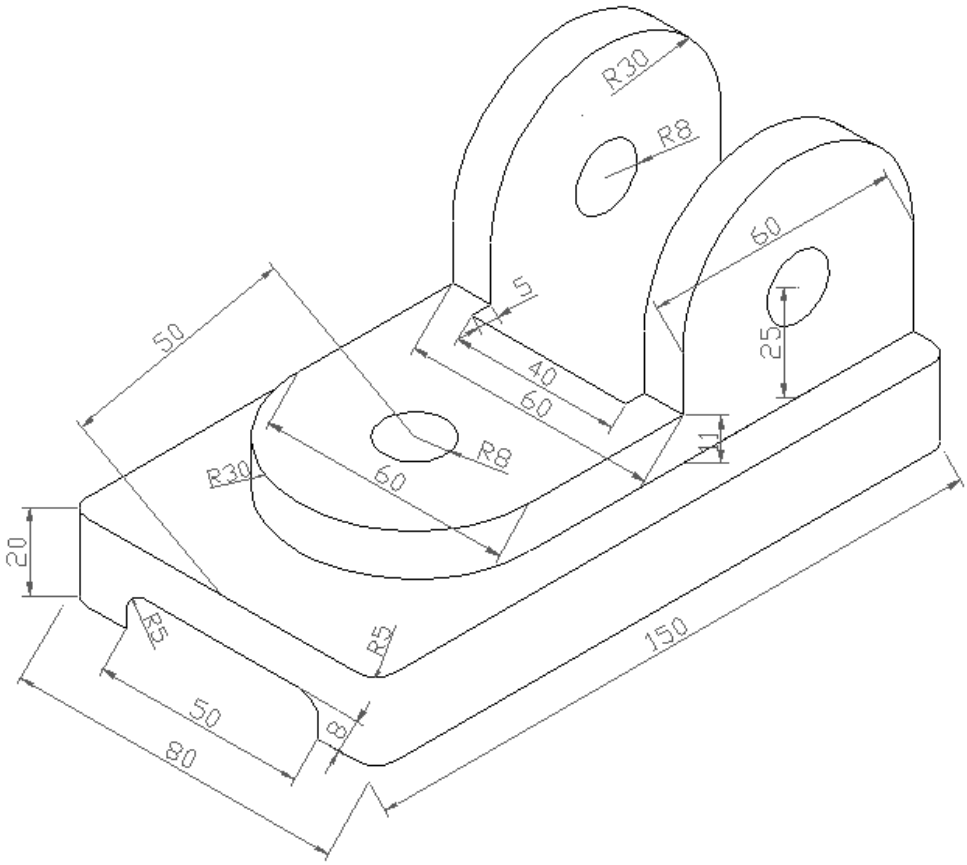
6. Suporte para beliche.

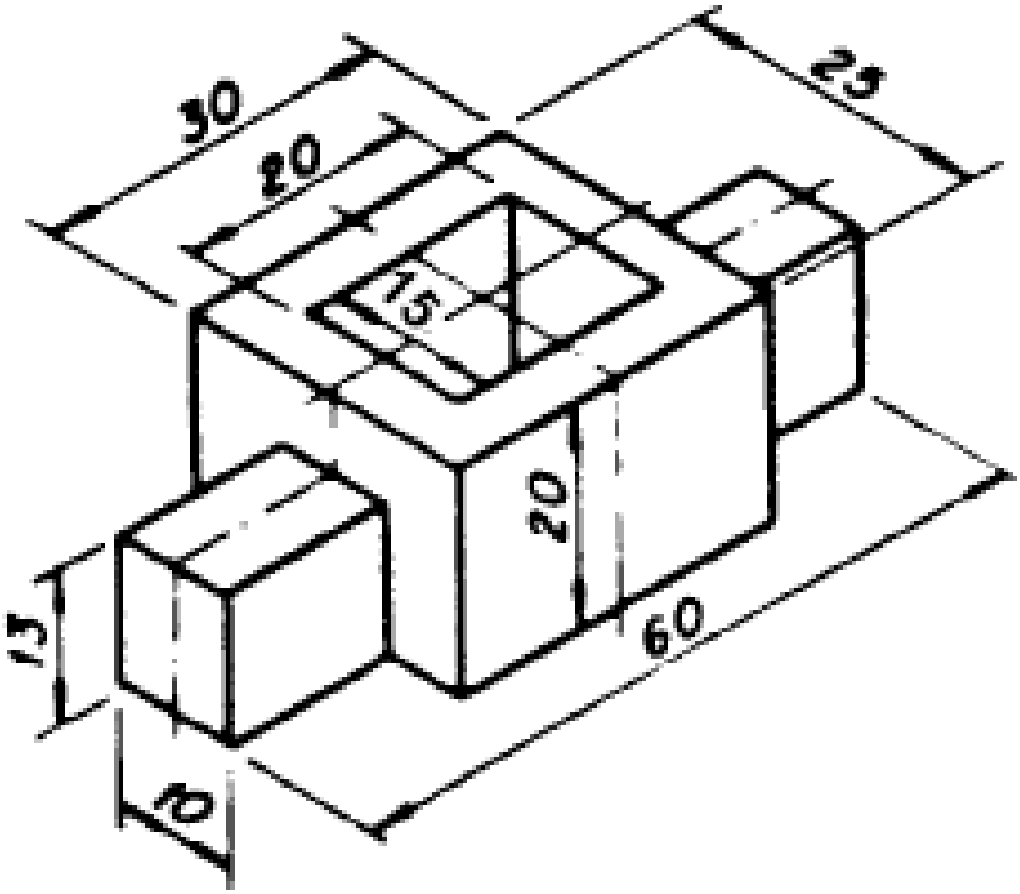
Legenda para folha A3

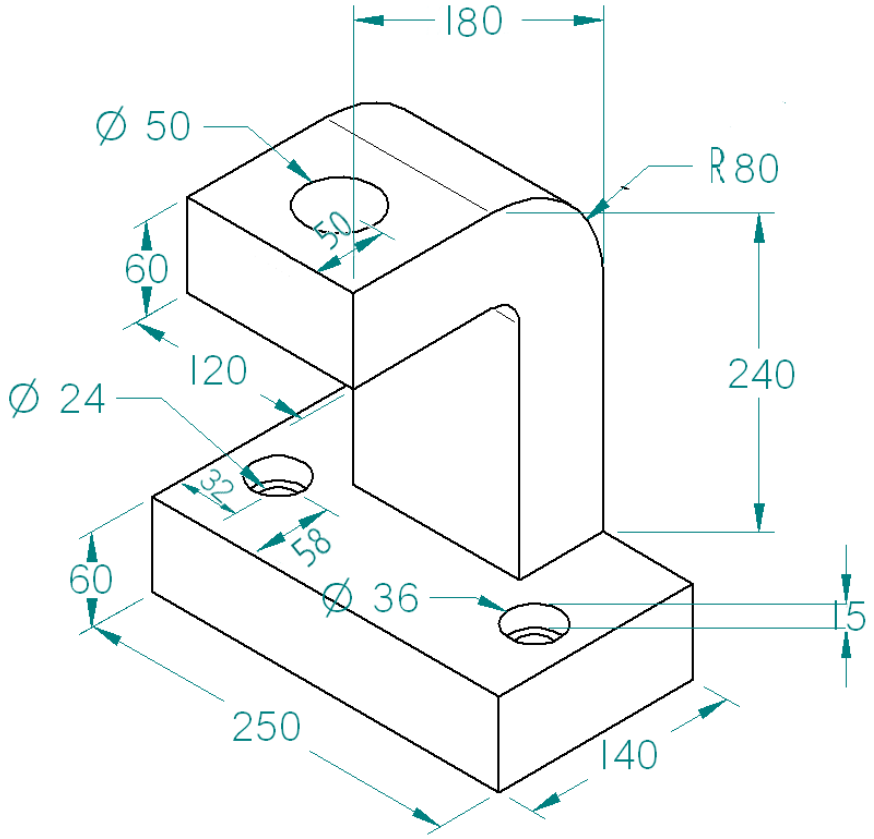


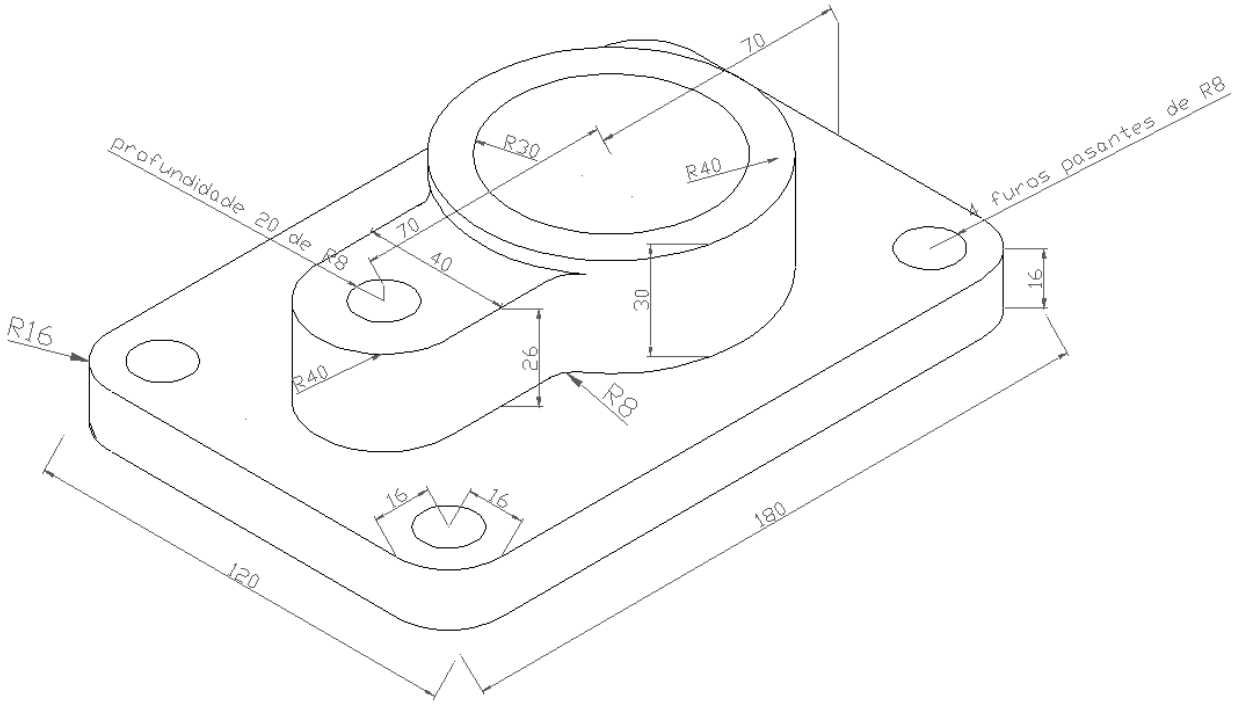

bloco de guia
material : aço NB 1040
116
46
30
50
60
30
140
70

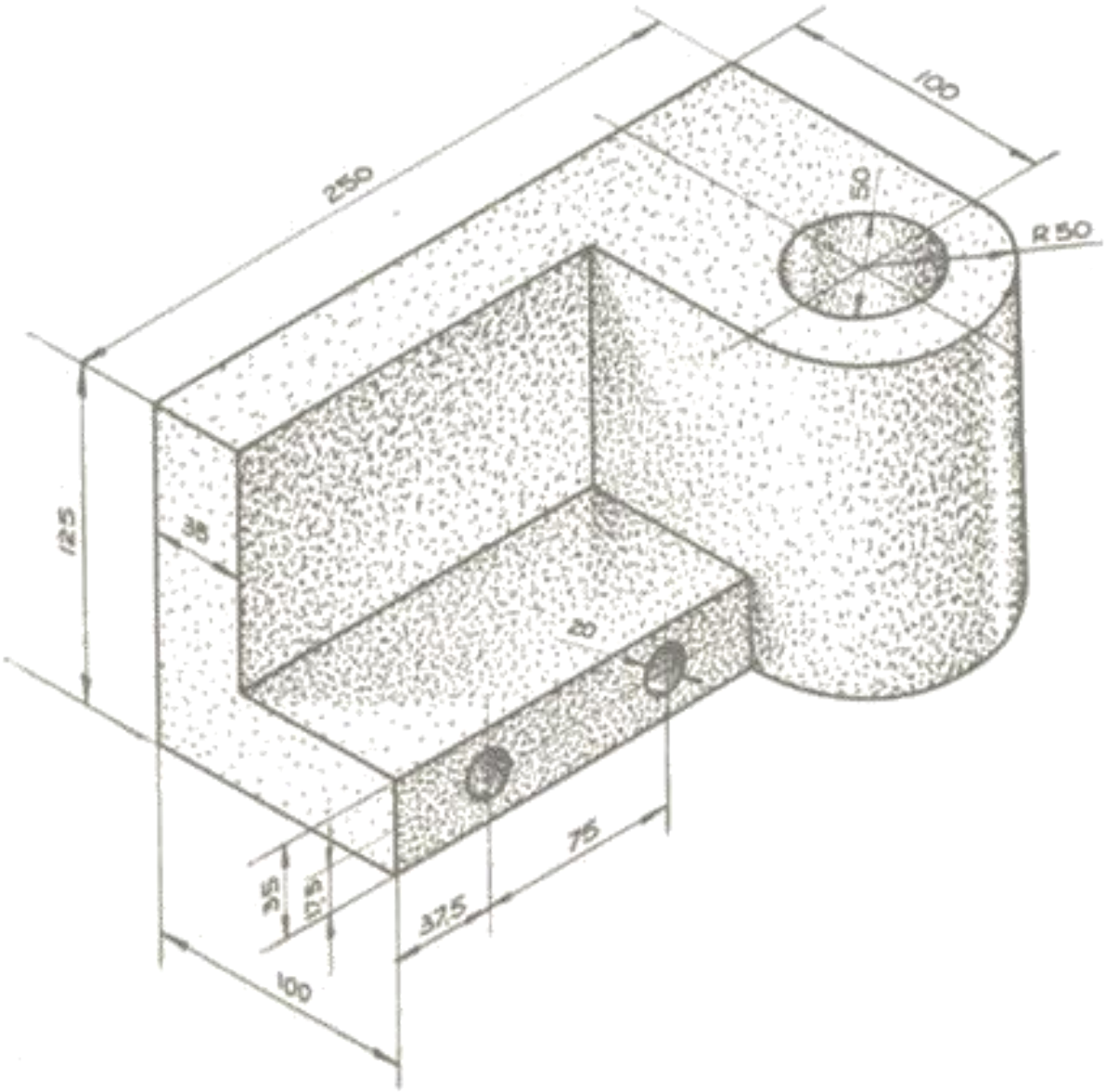

35
7
21
5
20
17
5
15
60
25
5

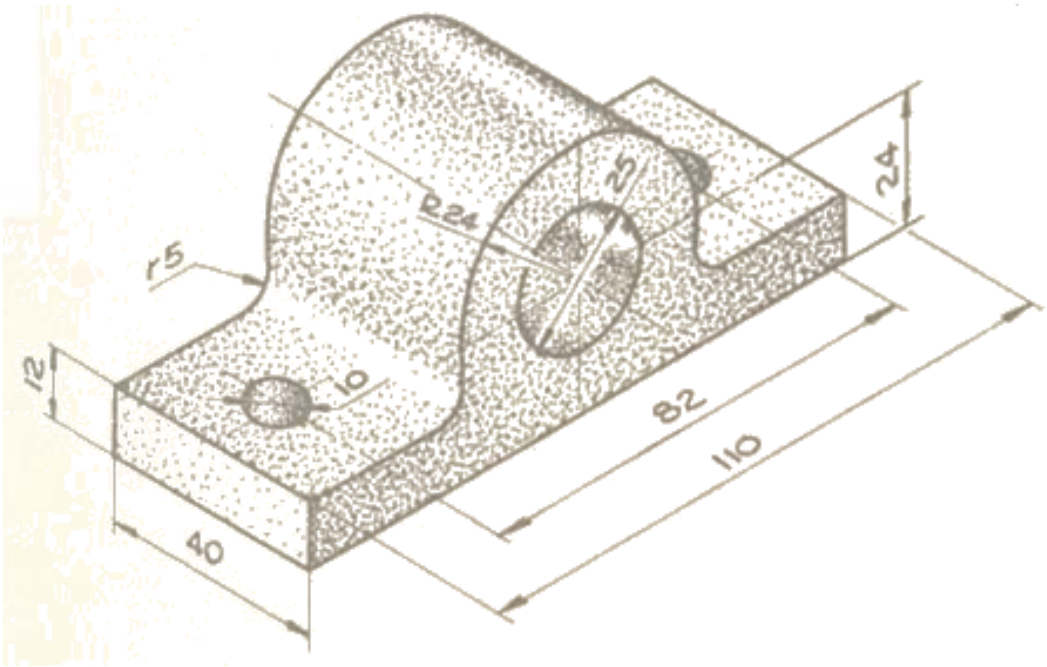

R30
R8
60
25
5
40
60
50
R8
R30
60
11
20
R5
R5
150
50
8
80

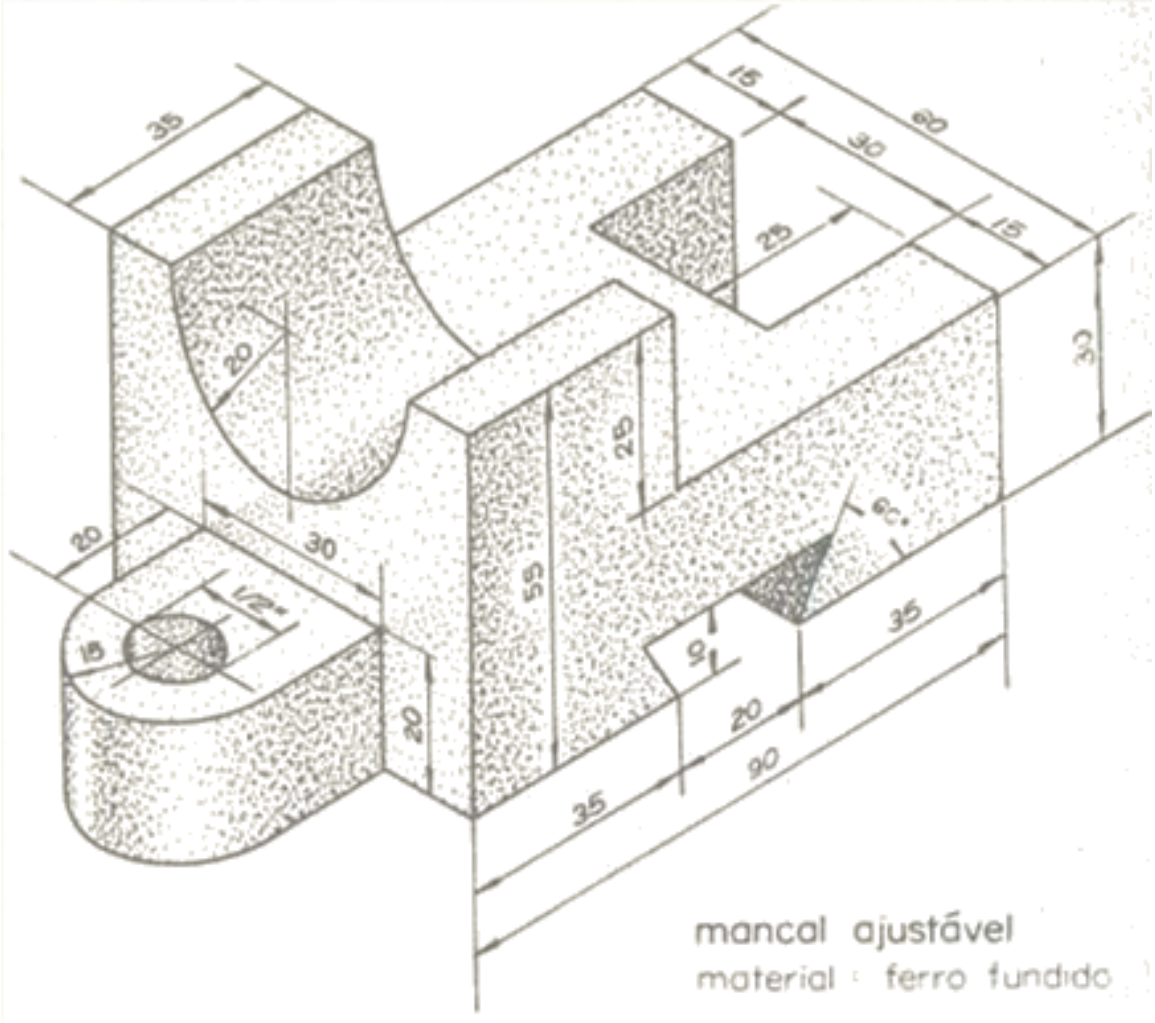

30
23
20
15
20
60
13
13

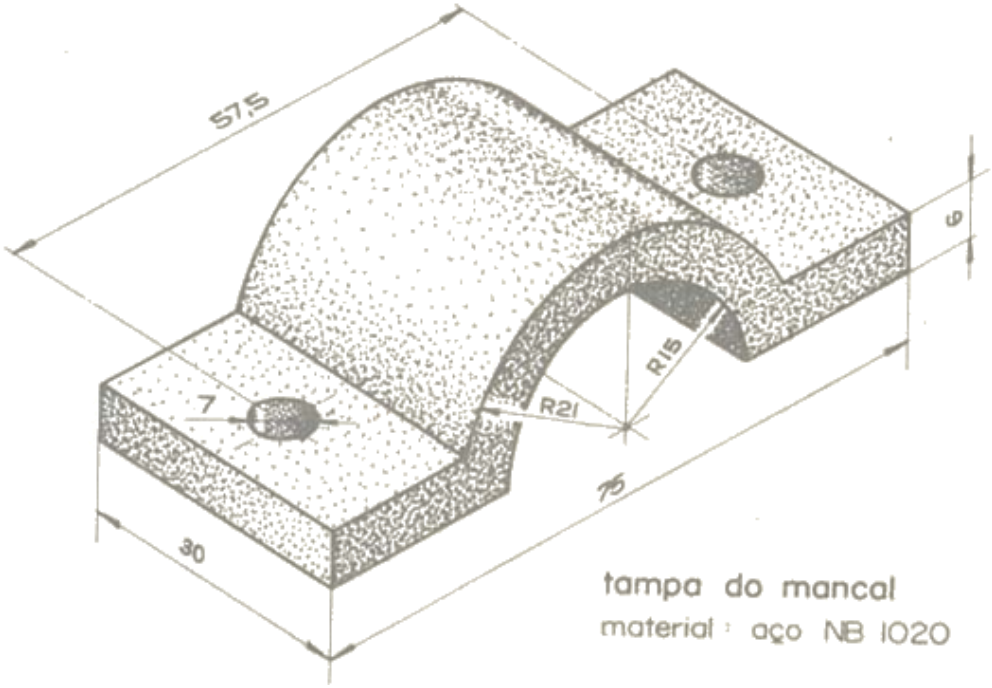

180
Ø 50
R80
50
60
120
240
Ø 24
32
58
60
Ø 36
15
250
140

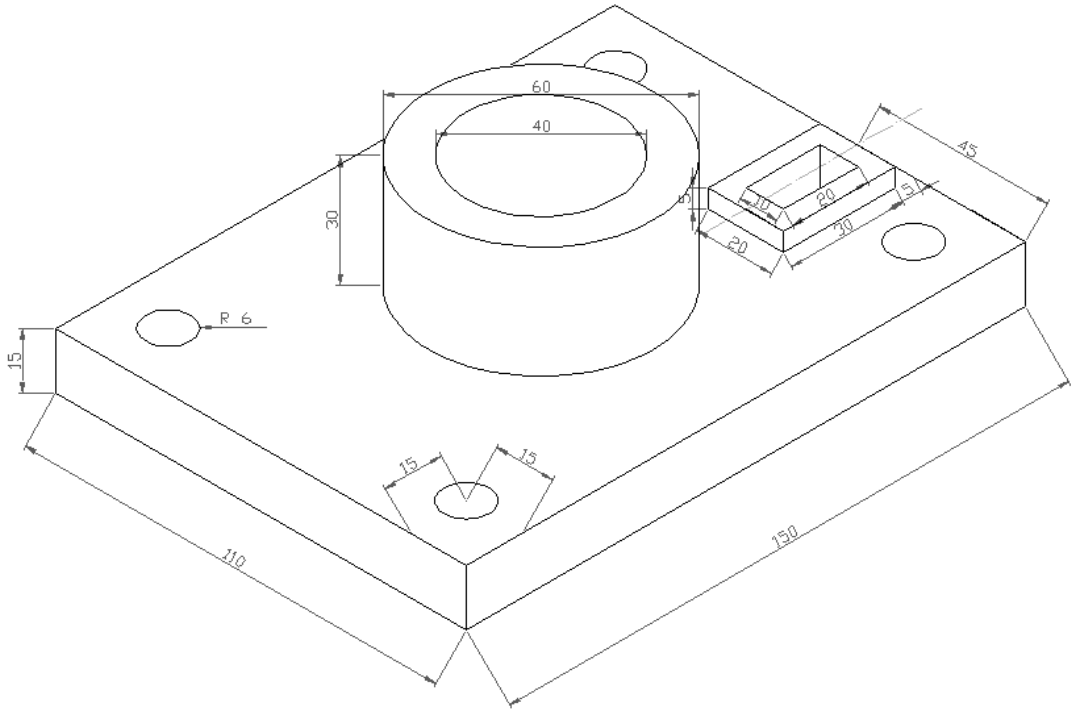

70
R30
R40
profundidade 20 de R8
furos passantes de R8
70
40
30
16
R16
R40
26
R8
16
16
180
120

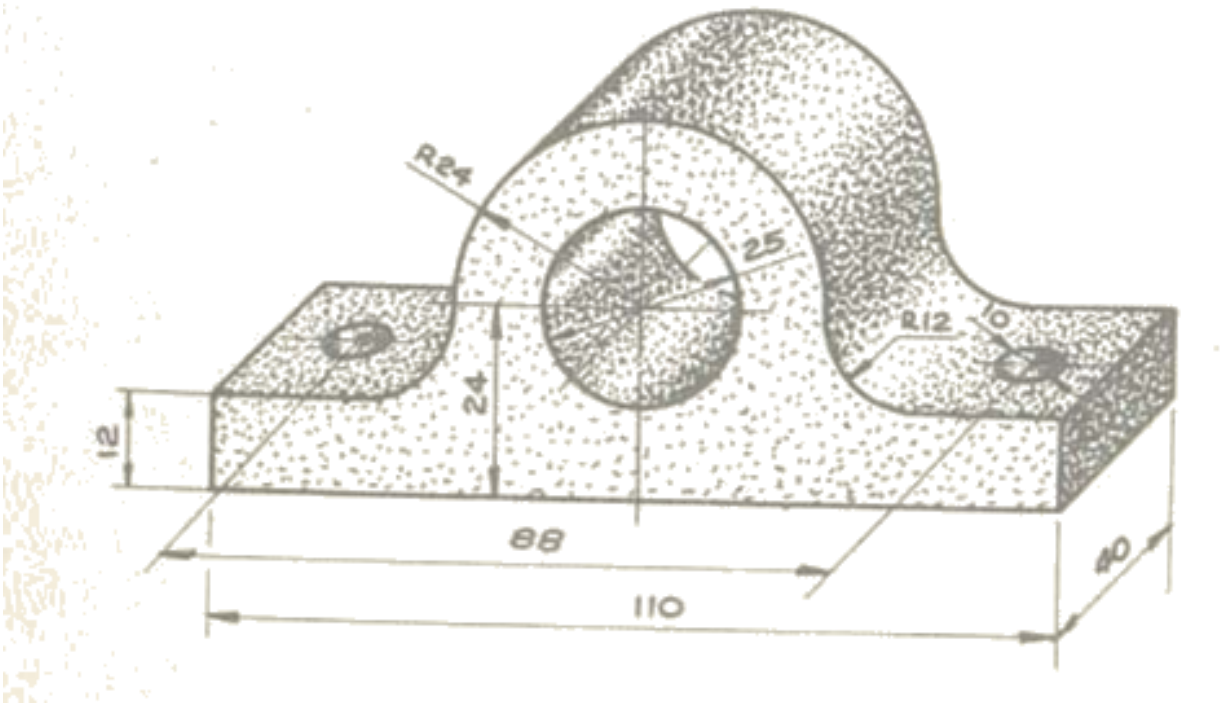

250
100
50
R 50
125
38
28
75
25
25
37,5
100

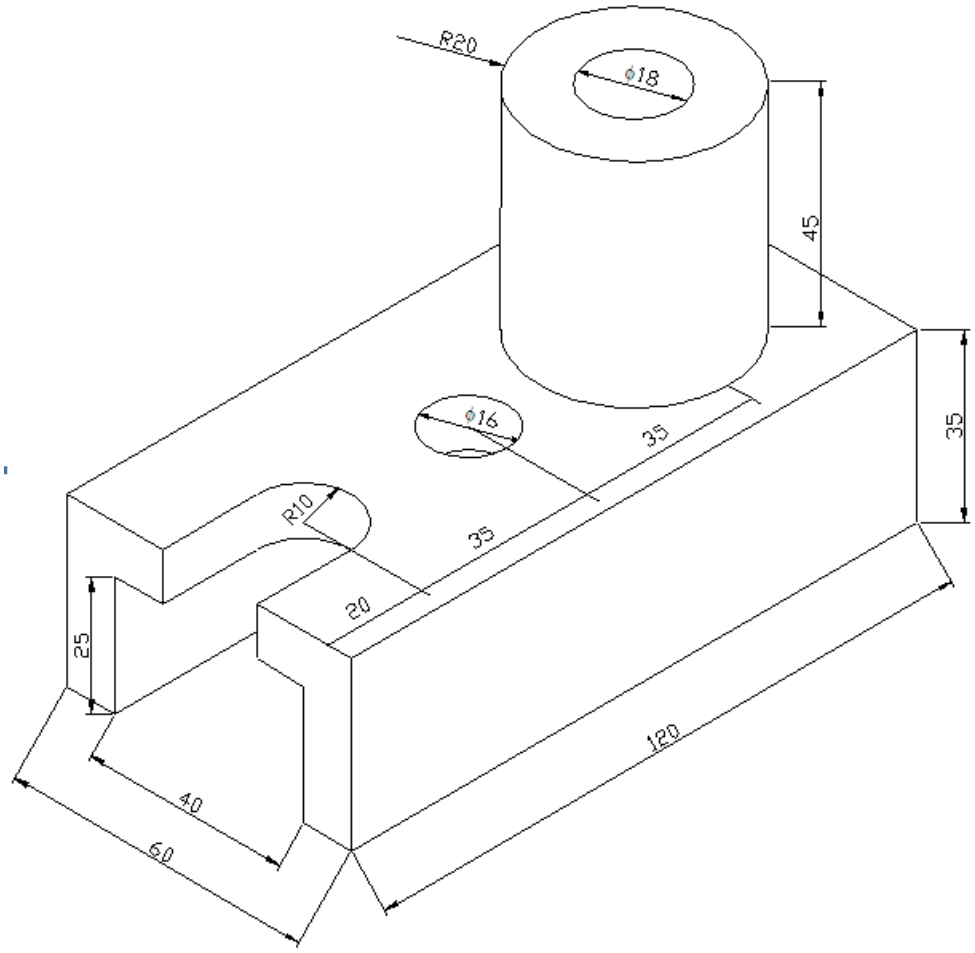

R24
25
24
r5
12
10
82
110
40

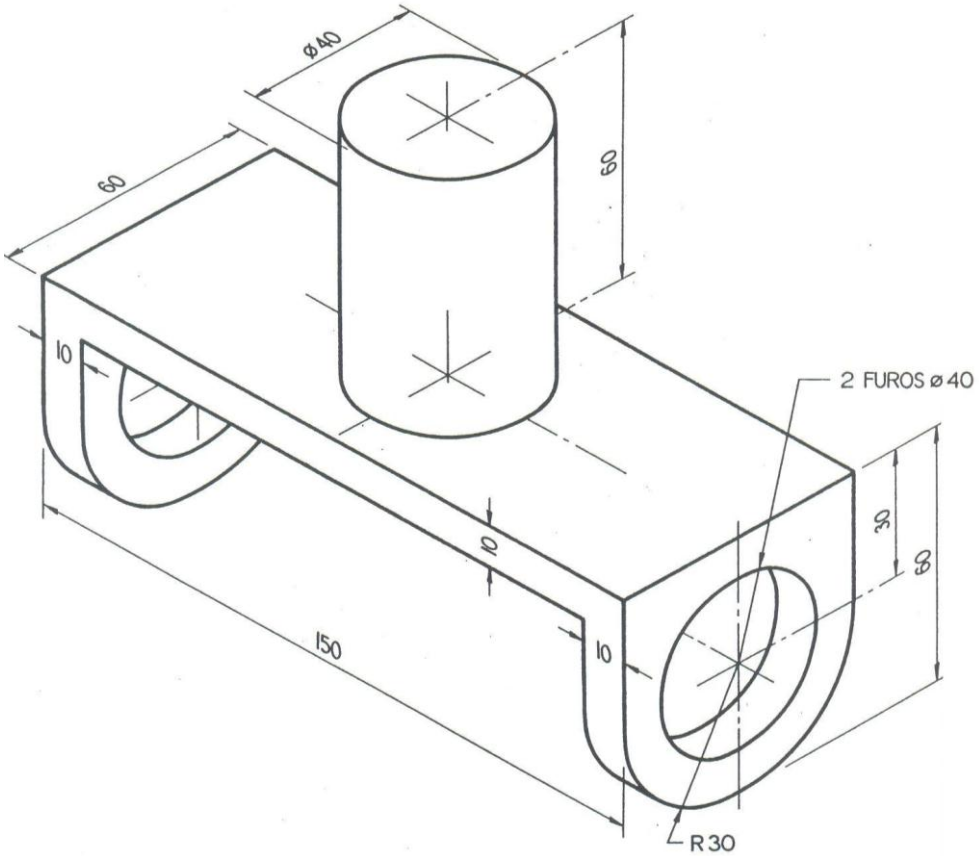

35
15
60
30
15
25
20
30
25
20
30
1/2"
15
55
60°
35
10
20
20
90
35
mancal ajustável
material : ferro fundido

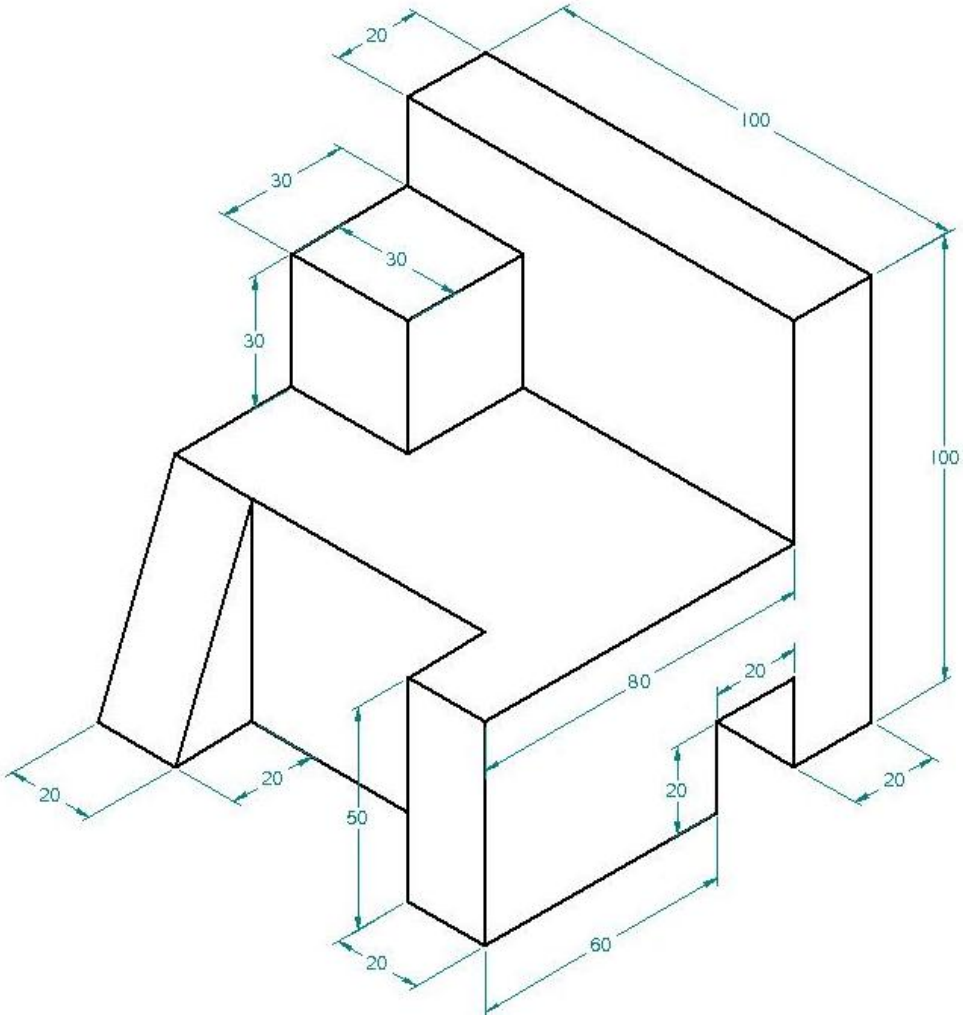

57,5
6
R15
R21
7
75
30
tampa do mancal
material : aço NB 1020

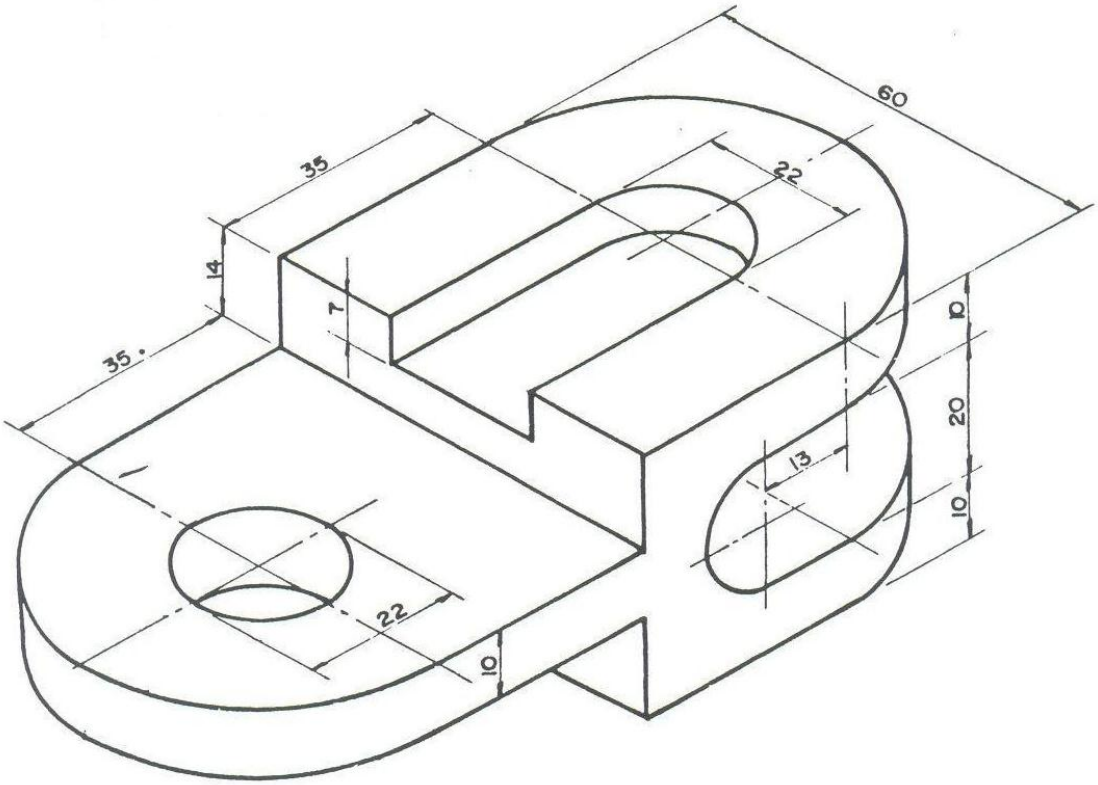

60
40
30
45
10
20
5
20
30
R 6
15
15
15
110
150

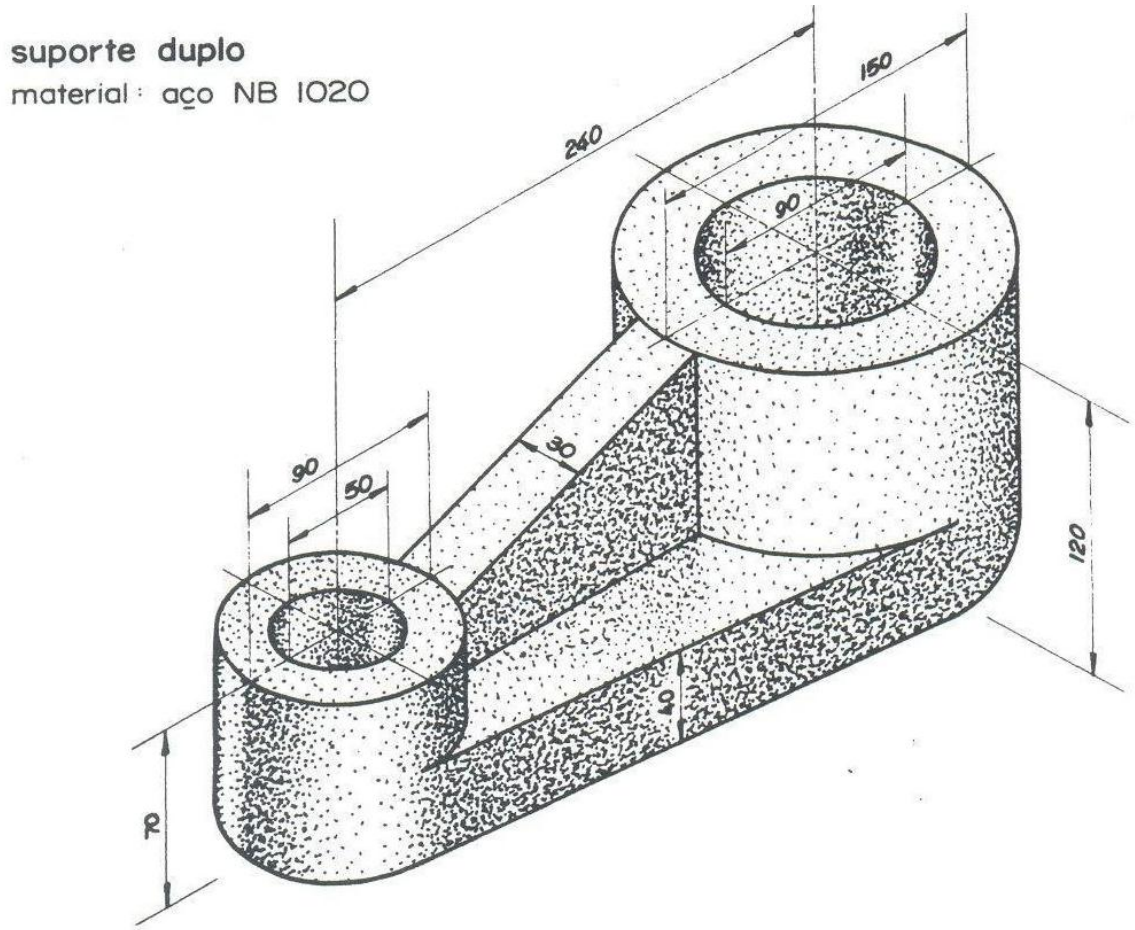

R24
25
R12
10
24
12
88
110
40

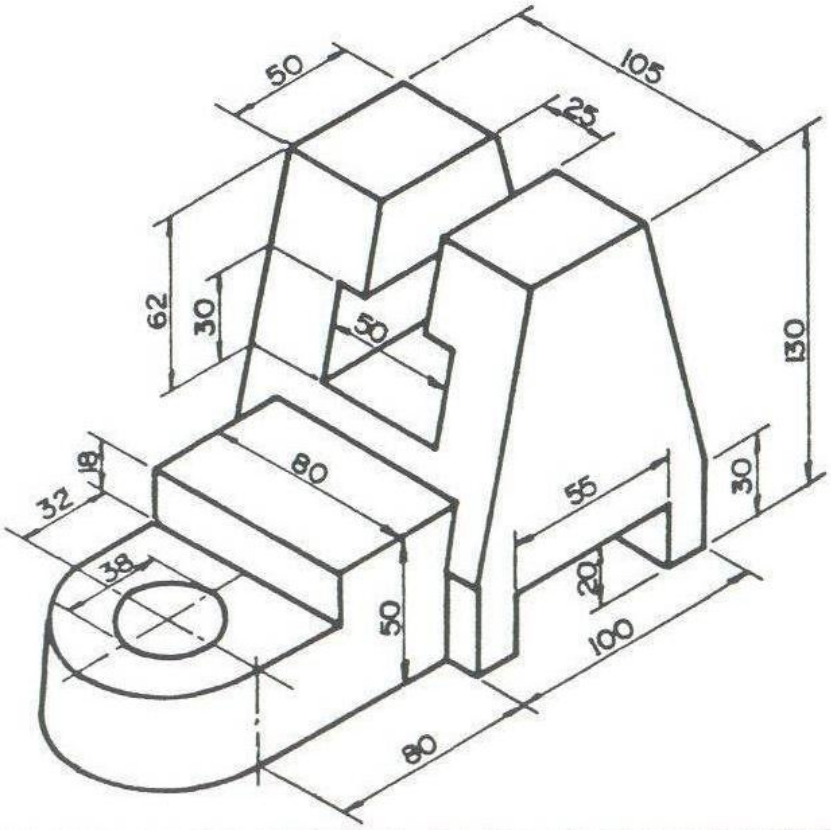

R20
ϕ18
45
35
ϕ16
35
R10
35
20
25
120
40
60

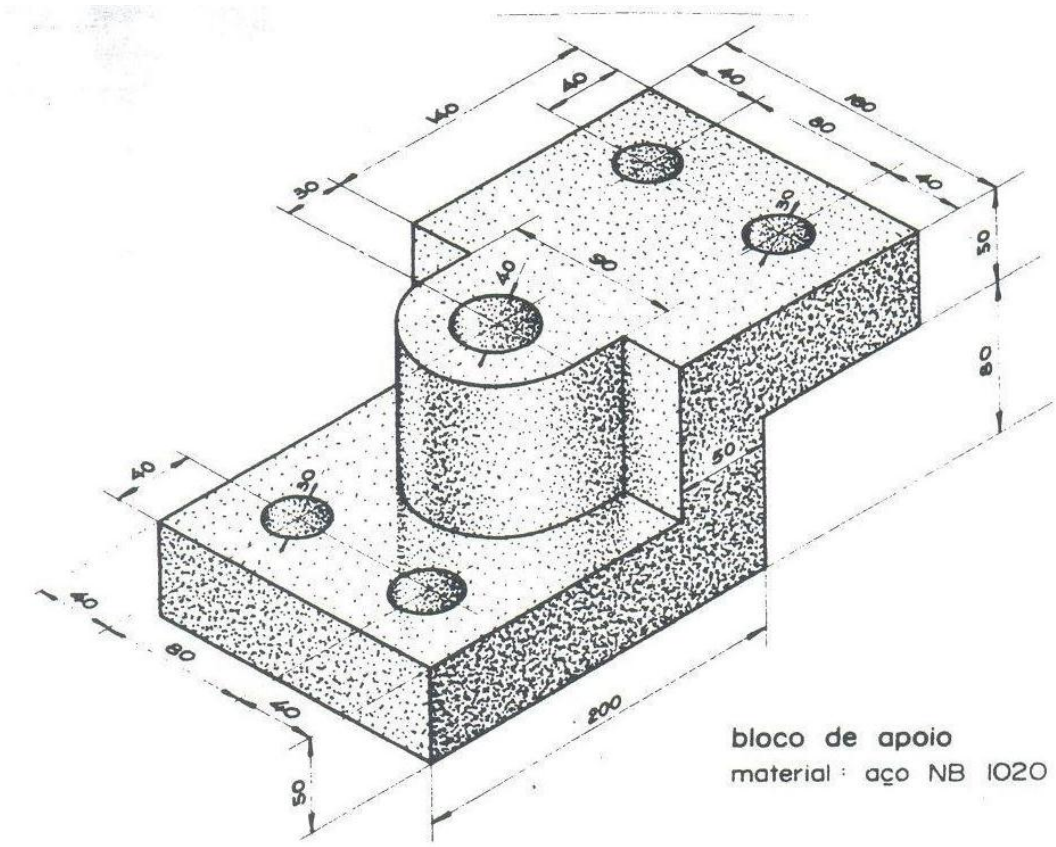

ø40
60
90
10
2 FUROS ø40
30
90
10
150
10
R30

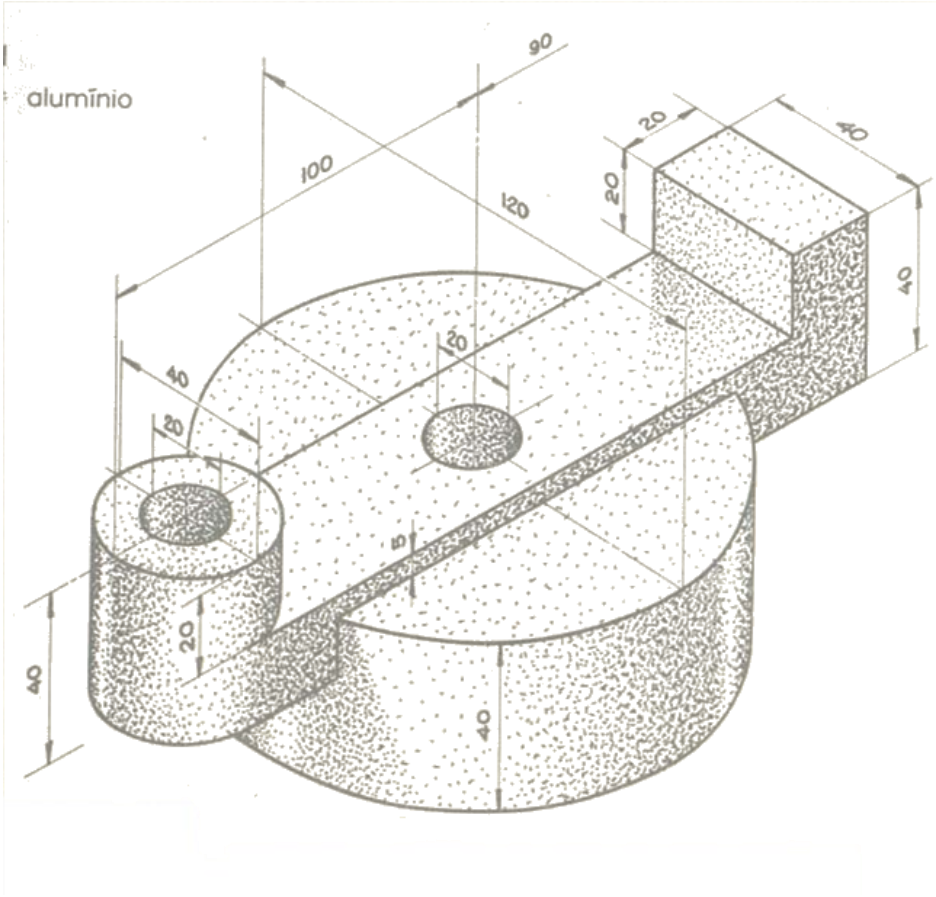

20
100
30
30
30
100
80
20
20
20
20
20
50
20
60

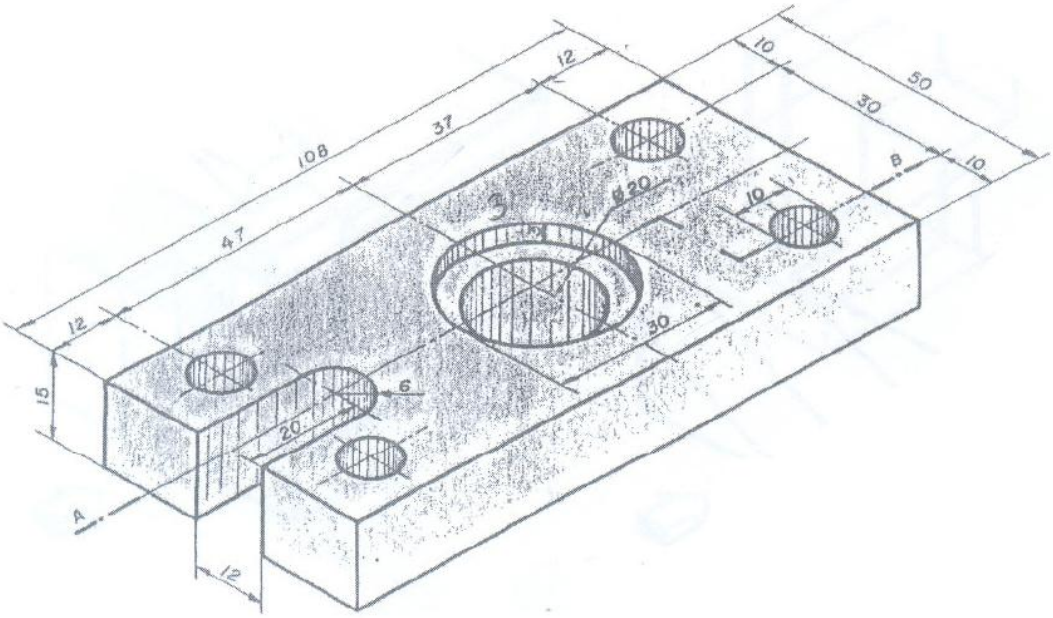

60
35
22
14
7
35
10
20
10
13
22
10

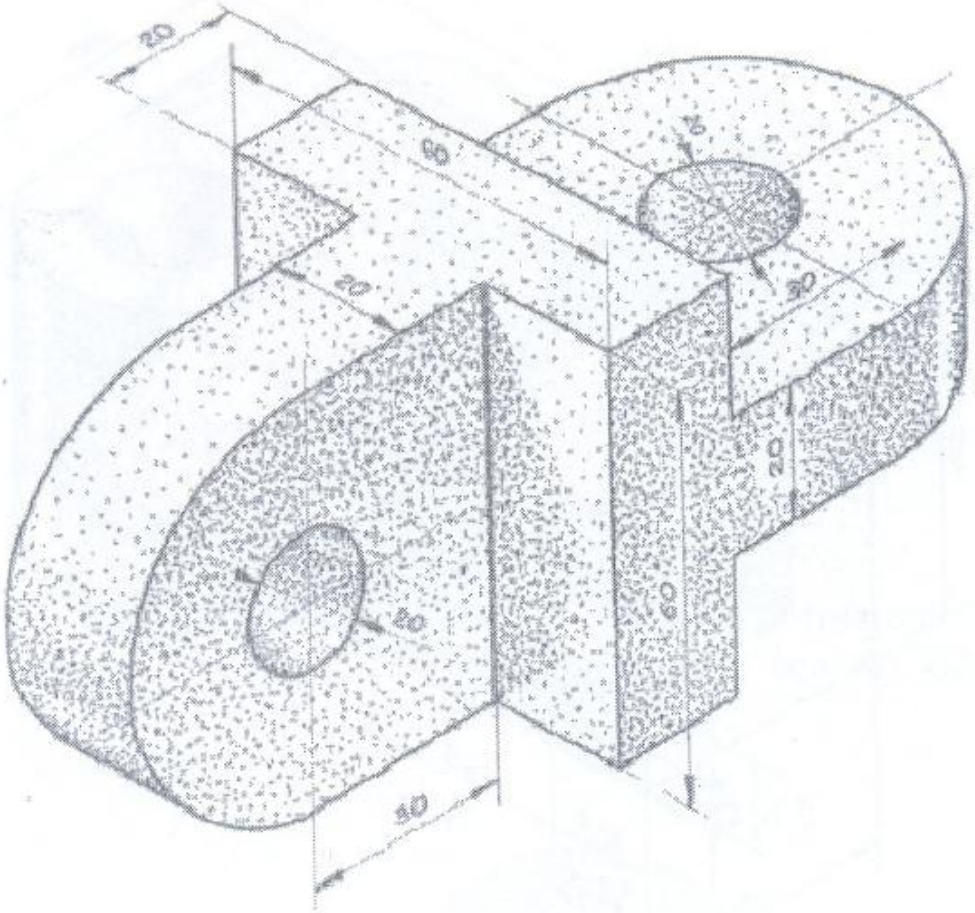

suporte duplo
material: aço NB 1020
240
150
90
90
50
30
120
40
70

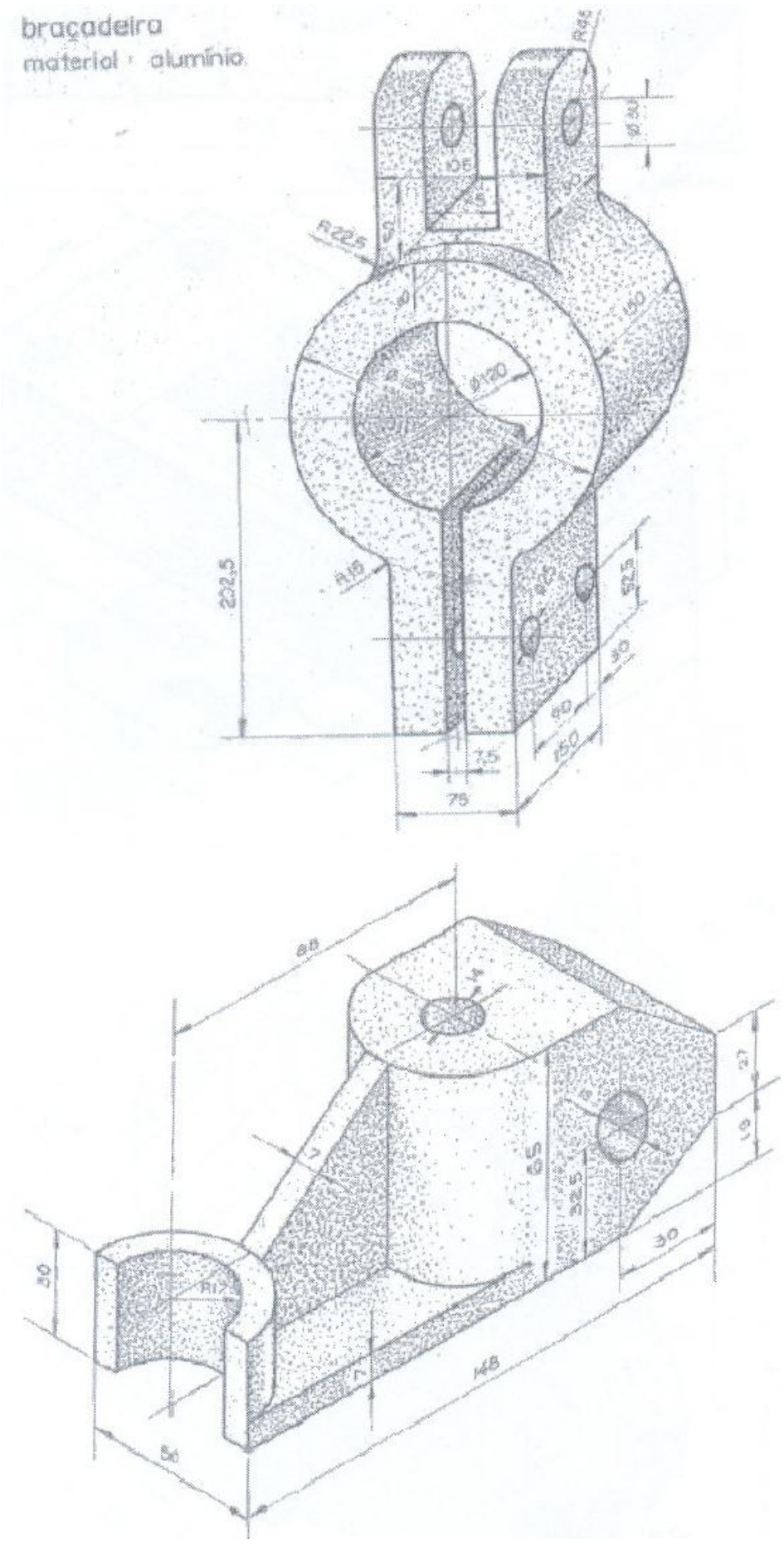

50
105
25
62
30
50
130
18
32
80
55
30
38
20
50
100
80

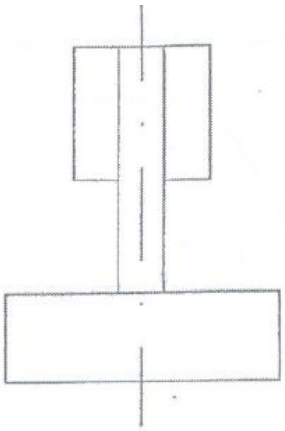

140
40
40
180
80
40
30
30
40
90
50
80
50
40
30
40
80
40
200
50
bloco de apoio
material : aço NB 1020

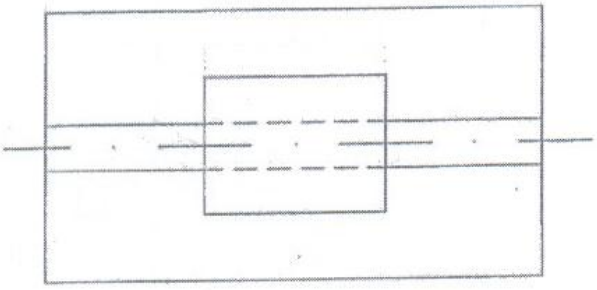

alumínio
90
100
120
20
40
20
40
20
20
20
15
40
20
40
40


108
37
12
47
12
15
6
20
A
12
10
50
30
8
10
ø20
10
30

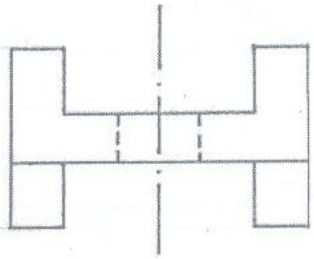

20
60
20
30
20
20
60
40

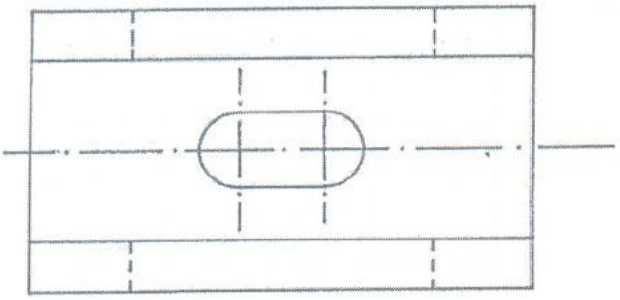

braçadeira
material : alumínio



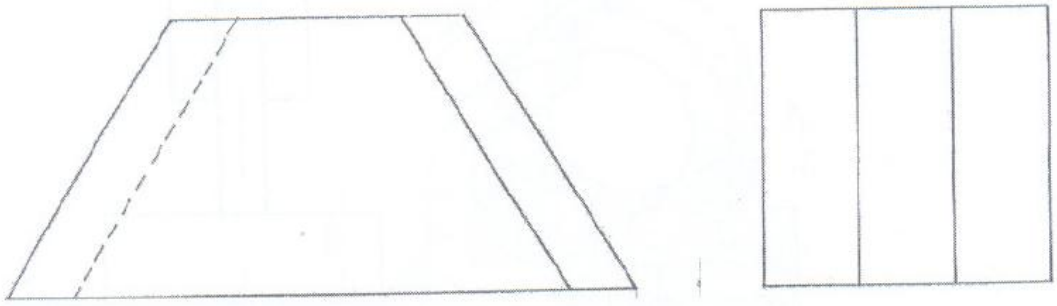


Desenhar a Vista Frontal (PV)

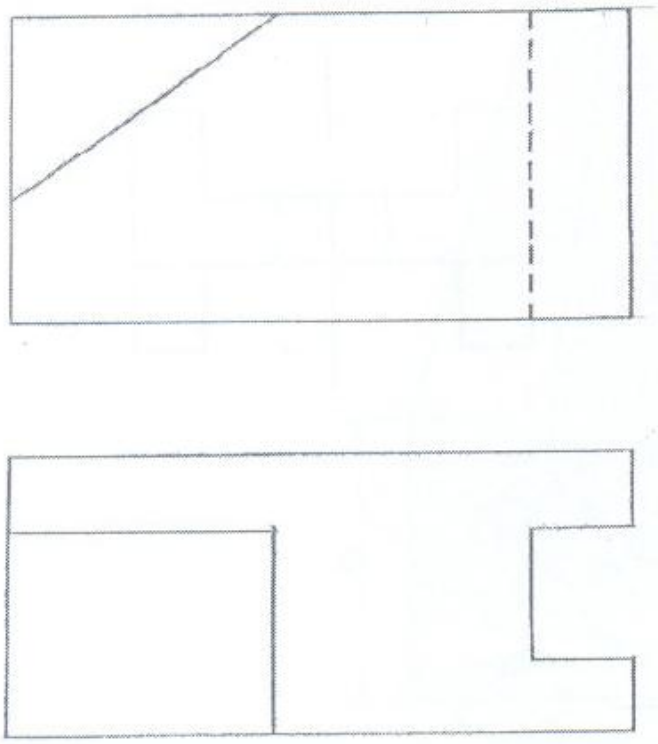




DESENHAR A VISTA SUPERIOR (PH)

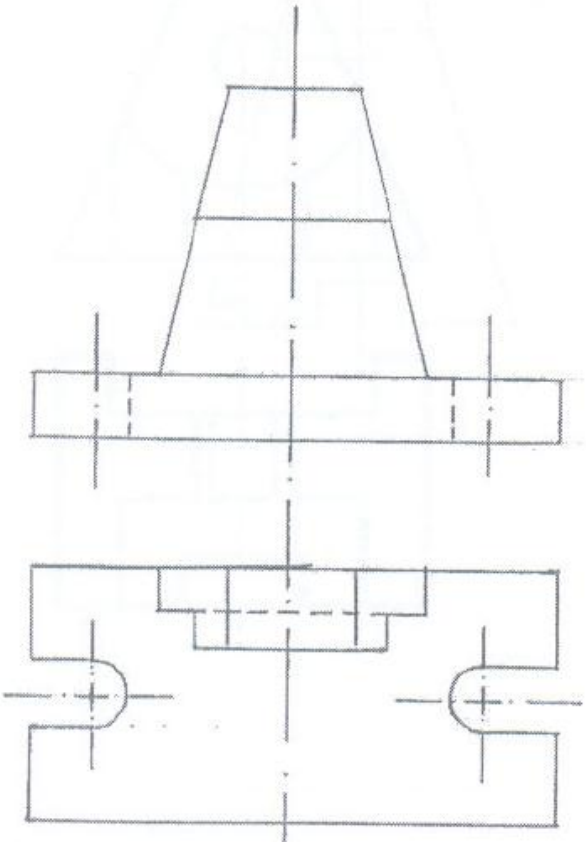


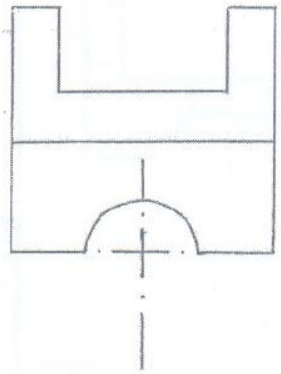
DESENHAR A VISTA LATERAL

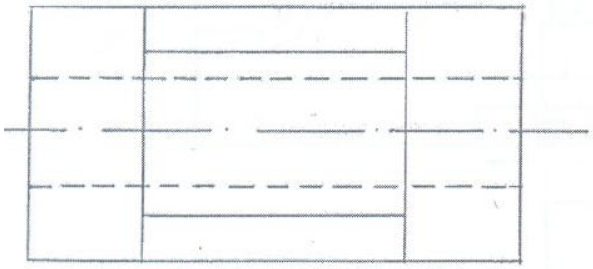


DESENHAR A VISTA
LATERAL ESQUERDA (PL)

VF



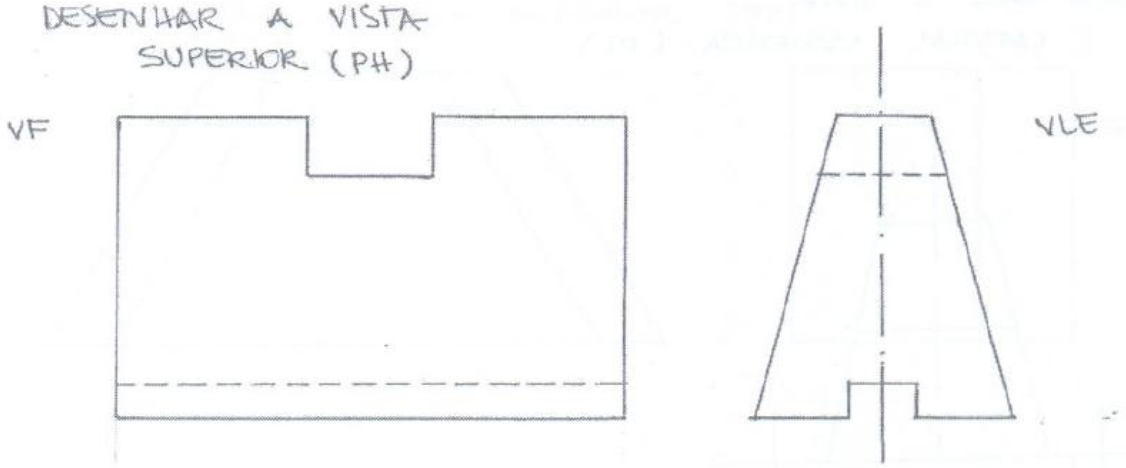


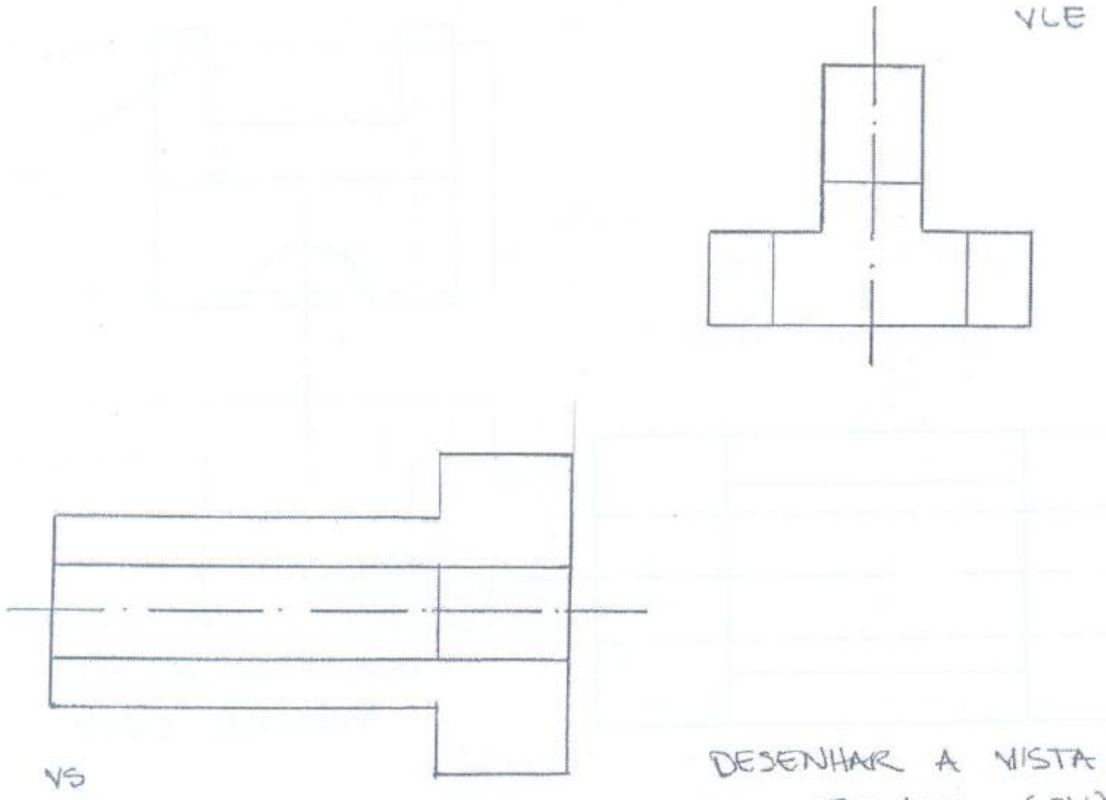


DESENHAR A VISTA
FRONTAL (PV)

VS

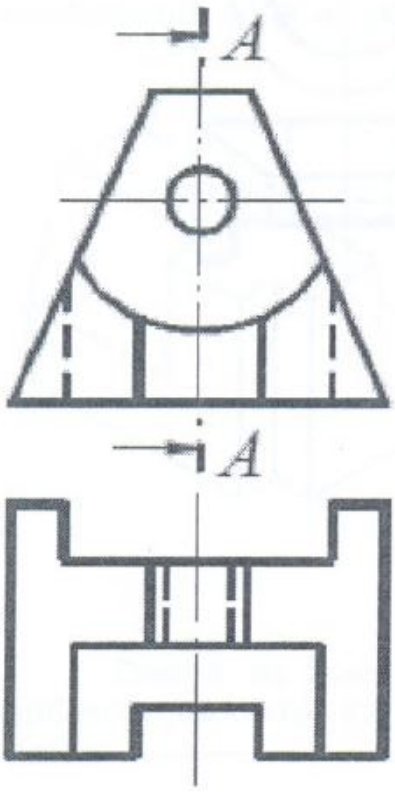
DESENHAR A VISTA SUPERIOR (PH)

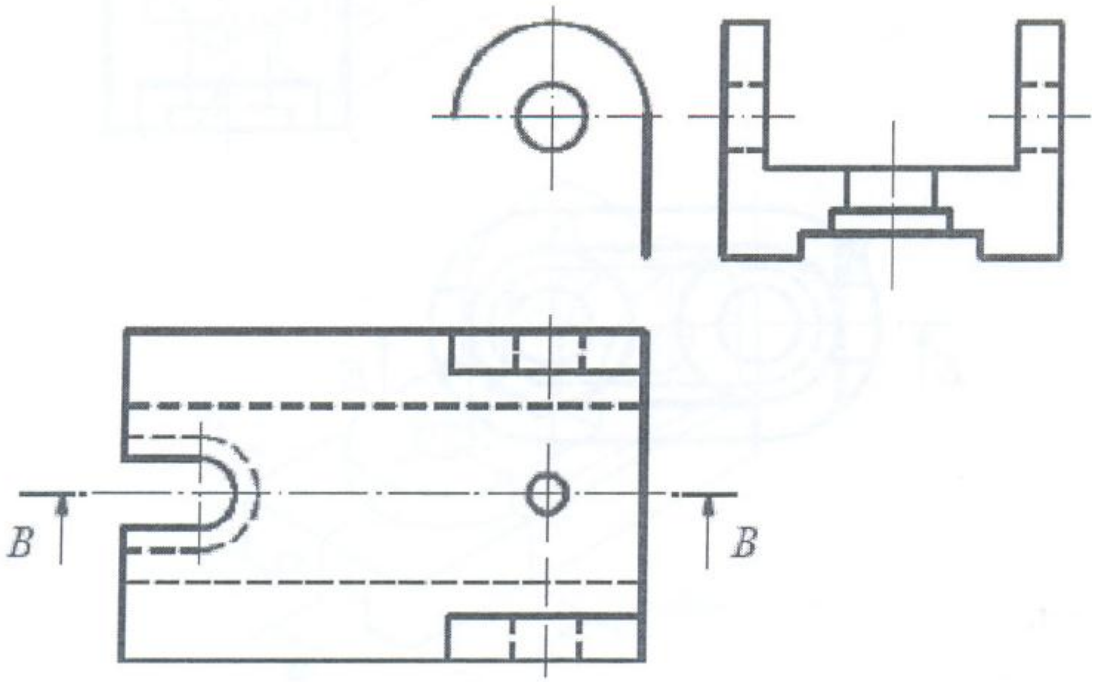


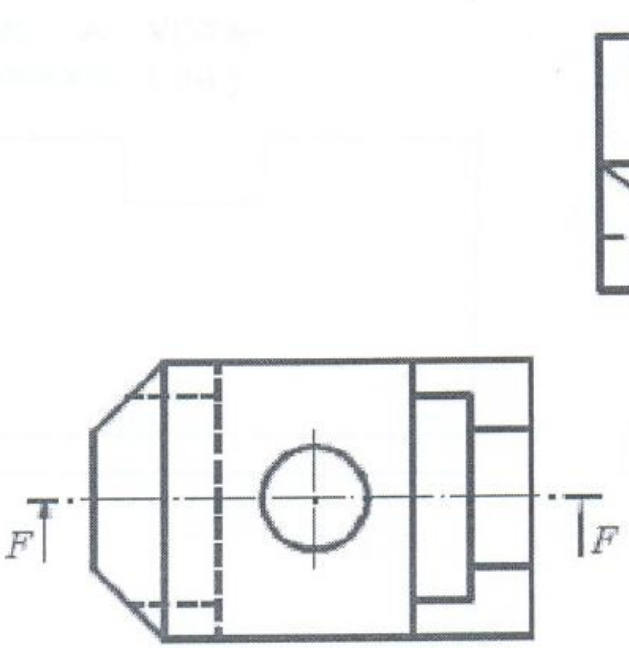


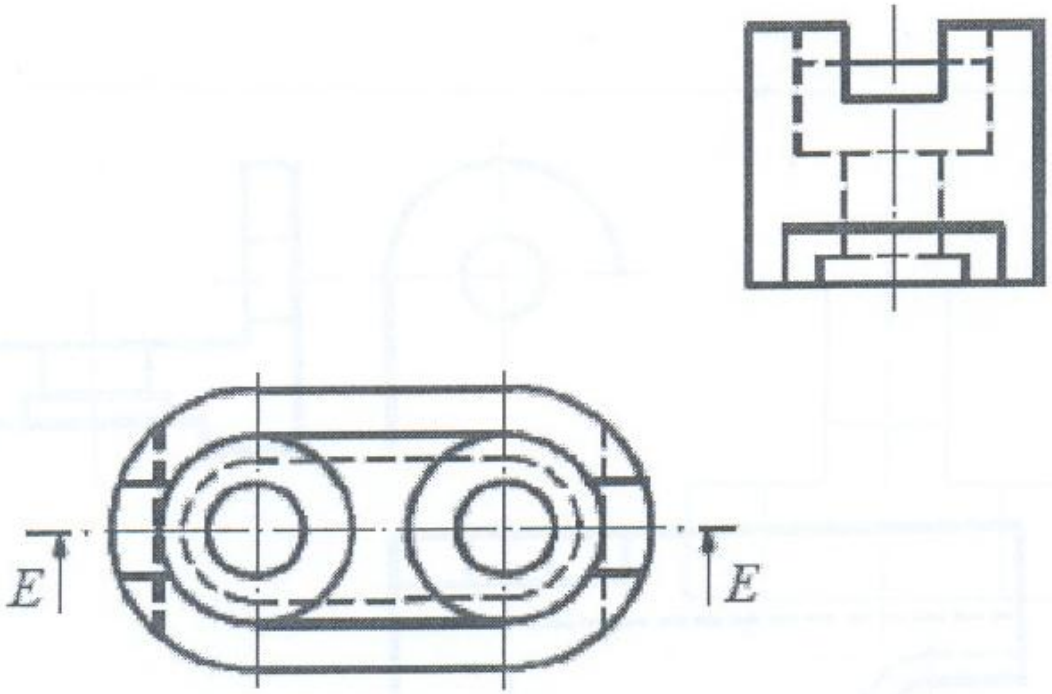
DESENHAR A VISTA FRONTAL (PV)

Desenhar as vistas em corte que faltam:






F
F


E
E

Sugestões de Bibliográficas:

- Provenza, F.; Desenhista de Máquinas, Escola Protec, São Paulo;
- Pereira, Aldemar, Desenho Técnico Básico;
- Manfé, Pozza, Scarato, Desenho Técnico;
- French, Thomas E., Desenho Técnico;
- Miceli, Fereira, Desenho Técnico Básico;
- Apostilas telecurso;
- Apostila do SENAI.

- AWS, Welding Handbook – Fundamentals of Welding, 5ª ed., Massachusetts, 1996, p. 15 a 65
- ZIEDAS, Selma e TATINI, Ivanisa, Soldagem – Coleção Tecnologia – Senai, 1ª ed., São Paulo, 1997, p.373 a 385